



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - RG141536

ANALISA PERSEBARAN HUTAN MANGROVE BERDASARKAN HIDROLOGI MENGGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH (STUDI KASUS: ESTUARI PERANCAK, BALI)

AFRINDA DARA KARTIKASARI
NRP 3511 100 028

Dosen Pembimbing
Prof.Dr.Ir.Bangun Muljo Sukojo, DEA,DESS
Frida Sidik,M.Sc,Ph.D

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - RG141536

**ANALISA PERSEBARAN HUTAN MANGROVE
BERDASARKAN HIDROLOGI MENGGUNAKAN
DATA PENGINDERAAN JAUH
(STUDI KASUS: ESTUARI PERANCAK, BALI)**

AFRINDA DARA KARTIKASARI
NRP 3511 100 028

Prof.Dr.Ir.Bangun Muljo Sukojo, DEA,DESS
Frida Sidik,M.Sc,Ph.D

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL ASSIGNMENT - RG141536

**ANALYSIS OF SPREAD MANGROVE FOREST
BASED ON HYDROLOGIC USING REMOTE
SENSING DATA
(CASE STUDY: PERANCAK ESTUARY, BALI)**

AFRINDA DARA KARTIKASARI
NRP 3511 100 028

Supervisor
Prof.Dr.Ir.Bangun Muljo Sukojo, DEA,DESS
Frida Sidik,M.Sc.Ph.D

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PERSEBARAN HUTAN MANGROVE
BERDASARKAN HIDROLOGI MENGGUNAKAN DATA
PENGINDERAAN JAUH
(STUDI KASUS: ESTUARI PERANCAK, BALI)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh;

AFRINDA DARA KARTIKASARI
NRP 3511 100 028

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Prof.Dr.Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA,DESS
NIP 1953 0527 1983 03 1001
2. Frida Sidik, M.Sc.Ph.D
NIP 1974 0417 2001 12 2002

SURABAYA, JUNI 2015



**ANALISA PERSEBARAN HUTAN MANGROVE
BERDASARKAN POLA HIDROLOGI
MENGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH
(Studi Kasus: Estuari Perancak, Bali)**

Nama Mahasiswa : Afrinda Dara Kartikasari
NRP : 3511 100 028
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun M.S., DEA, DESS
Frida Sidik, M.Sc.Ph.D

Abstrak

Salah satu obyek yang bisa diidentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh adalah ekosistem mangrove. Letak ekosistem mangrove yang berada pada daerah peralihan darat dan laut memberikan efek perekaman yang khas dan lebih mudah mengidentifikasi jika dibandingkan obyek vegetasi darat lainnya.

Wilayah perancak memiliki karakteristik yang khas. Sebagai sebuah estuari yang kondisi badan airnya dipengaruhi oleh asupan air asin dari Selat Bali dan air tawar dari sungai yang bermuara didalamnya. Sumber asupan air tawar utama berasal dari 3 sungai utama yaitu Sungai Ijo Gading, Sungai Samblong, dan Sungai Yeh Kuning.

Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah ALOS AVNIR-2 tahun 2007 dan 2011 serta citra satelit Landsat 8 tahun 2015 diharapkan mampu mempermudah dalam mengkaji pemetaan mangrove. Algoritma yang digunakan adalah NDVI, algoritma ini digunakan untuk mendapatkan nilai indeks vegetasi hutan mangrove. Penentuan jenis mangrove dilakukan menggunakan metode transek 10 x 10 m dengan kegiatan menghitung jenis mangrove, mengukur diameter dan tinggi pohon dan mengambil gambar kanopi pohon mangrove. Untuk

pengambilan sampel air dilakukan di 13 titik pada saat kondisi air laut pasang.

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan luas hutan mangrove di Estuari perancak dari tahun 2007, 2011, dan 2015 berturut-turut sebesar 509300 m², 540700 m², 651200 m². Luas hutan mangrove yang setiap tahun meningkat ini dikarenakan sudah tumbuhnya kesadaran masyarakat akan pentingnya hutan mangrove sehingga masyarakat menjaga dan ikut melestarikan hutan mangrove. Sudah tidak banyak ditemukan peralihan hutan mangrove menjadi tambak sehingga hutan mangrove di Estuari Perancak sangat subur.

*Pola hidrologi di wilayah Estuari Perancak dari tahun 2007 sampai tahun 2015 mengalami perubahan yang tinggi dengan ditemukannya bentukan sedimen-sedimen baru hasil dari sedimentasi yang ditumbuhi vegetasi mangrove. Hutan mangrove di wilayah Estuari Perancak menyebar secara rata dan jenis mangrove yang mendominasi adalah spesies *Rhizophora*.*

Korelasi hidrologi yang dilihat dari parameter fisik (pH, salinitas, TSS) dan parameter kimia (nitrat) dengan persebaran hutan mangrove (NDVI) didapatkan nilai korelasi berturut-turut adalah 0.4551, 0.7658, 0.7084, dan 0.2902. yang artinya korelasi antara NDVI dengan pH yakni sedang, korelasi antara NDVI dengan salinitas dan nitrat yakni kuat, korelasi antara NDVI dengan TSS sangat rendah. Sehingga parameter yang berhubungan erat dengan NDVI yaitu salinitas dan nitrat.

Kata kunci : Mangrove, Penginderaan Jauh, NDVI, Korelasi.

**ANALYSIS OF SPREAD MANGROVE FOREST
BASED ON HYDROLOGIC USING REMOTE
SENSING DATA
(CASE STUDY: PERANCAK ESTUARY, BALI)**

Name : Afrinda Dara Kartikasari
NRP : 3511 100 028
Department : Geomatics Engineering
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Bangun M.S., DEA, DESS
Frida Sidik, M.Sc.Ph.D

Abstract

One of the objects that can be identified by remote sensing technology is the mangrove ecosystem. Location mangrove ecosystem that is on the transition area of land and sea give effect typical recording and easier identification when compared to other terrestrial vegetation objects.

Perancak region has distinctive characteristics. As a condition estuary water bodies affected by the intake of salty water from Bali Strait and fresh water from a river that flows therein. The main source of fresh water intake comes from three main rivers namely Ijo Gading River, Samblong River, and Yeh Kuning River.

Imagery used in this study is AVNIR ALOS-2 in 2007 and 2011 as well as satellite images Landsat 8 in 2015 is expected to ease in reviewing the mangrove mapping. The algorithm used is NDVI, is used to obtain an index value of mangrove forest vegetation. Determination of mangrove species is done using transect method 10x10m with counting activities mangrove species, measure the diameter and height of trees and taking pictures canopy of mangrove trees. For water sampling conducted at 13 points at the time of high tides condition. Based on the research results, obtained extensive mangrove

forests in Perancak Estuary from 2007, 2011, and 2015, respectively amounted to 509 300 m², 540 700 m², 651 200 m². Extensive mangrove forests every year this increase is due to the growing awareness public of the importance of mangrove forests so that people keep and help preserve the mangrove forests. There was not much found the transition of mangrove forests into farms that mangrove forests in Perancak Estuary very fertile.

Hydrologic patterns in the Perancak estuary from 2007 to 2015 experienced a high change with the discovery of new sediments formation of sedimentation results overgrown mangrove vegetation. Mangrove forests in the region Perancak Estuary spread evenly and mangrove species is a species that dominates Rhizophora sp.

Correlation hydrological seen from the physical parameters (pH, salinity, TSS) and chemical parameters (nitrates) with the distribution of mangrove forests (NDVI) obtained correlation values are respectively 0.4551, 0.7658, 0.7084, and 0.2902. which means that the correlation between NDVI with the pH being, the correlation between NDVI with salinity and nitrates that strong, correlation between NDVI with TSS is very low. So that the parameters are closely related to NDVI salinity and nitrates.

Keywords: Mangrove, Remote Sensing, NDVI, Correlation

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Segala puji kepada Allah SWT atas segala karunia dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat merasakan nikmat berupa kesehatan dan dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “*Analisa Persebaran Hutan Mangrove Berdasarkan Hidrologi Menggunakan Data Penginderaan Jauh*”

Tugas Akhir ini tidak akan pernah terwujud tanpa dukungan, saran, dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Kakek Samsi dan nenek Boinah yang selama ini membina dan mendidik penulis dengan sangat baik.
2. Kedua orang tua penulis, Ayah Suprayetno dan Ibu Ririn Puji Lestari, serta kedua adik penulis, Bela Indah Prastiwi dan Alma Rois Safitri atas doa, dukungan, dan motivasi yang senantiasa diberikan kepada penulis.
3. Bapak Prof. DR. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS dan Ibu Frida Sidik, M.Sc, Ph.D selaku pembimbing yang selalu memberikan arahan dan bimbingan hingga Tugas Akhir ini selesai.
4. Bapak Dr. Takahiro Osawa selaku Wakil Direktur Center for Remote Sensing and Ocean Science (CReSOS) yang telah memberikan data citra ALOS AVNIR-2 tahun 2007 dan 2011.
5. Bapak Dr. Ir. Muhammad Taufik selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS dan Dosen wali penulis atas segala dukungannya.
6. Seluruh staf pengajar yang telah membimbing dan memberikan meteri perkuliahan kepada penulis.
7. Segenap staf dan karyawan Teknik Geomatika FTSP-ITS yang telah membantu selama masa perkuliahan.

8. Sahabat dan teman-teman angkatan 2011 atas semangat dan motivasinya.
9. Dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih mempunyai kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca bagi kesempurnaan tugas akhir ini. Harapan penulis agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh

Surabaya, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	5
1.5 Manfaat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Mangrove.....	7
2.1.1 Definisi Mangrove.....	7
2.1.2 Ekosistem Mnagrove.....	7
2.1.3 Zonasi Hutan Mangrove.....	8
2.1.4 Adaptasi Vegetasi Mangrove.....	9
2.1.5 Faktor-faktor Pembatas Ekosistem Mangrove.....	10
2.1.6 Persebaran Mangrove di Estuari Perancak.....	17
2.2 Penginderaan Jauh.....	19
2.2.1 Sistem Penginderaan Jauh.....	19
2.2.2 Aplikasi Penginderaan Jauh untuk Mangrove.....	20
2.3 ALOS AVNIR-2.....	22
2.4 Landsat 8.....	24
2.5 Kesepadanan Skala Peta dan Resolusi Spasial Citra.....	27
2.6 Pengolahan Citra Digital.....	29

2.6.1 Koreksi Geometrik.....	29
2.6.2 Koreksi Radiometrik.....	29
2.6.3 Pemotongan Citra (<i>Cropping Citra</i>).....	31
2.6.4 NDVI.....	32
2.6.5 <i>Strength Of Figure</i>	34
2.6.6 Penentuan Jenis Mangrove.....	34
2.6.7 Korelasi Menggunakan Metode Regresi Linier Sederhana.....	37
2.7 Penelitian Terdahulu.....	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	41
3.1 Lokasi Penelitian.....	41
3.2 Data dan Peralatan.....	41
3.2.1 Data.....	41
3.2.2 Peralatan.....	43
3.3 Metodologi Penelitian.....	44
3.3.1 Tahap Penelitian.....	44
3.3.2 Pengambilan Data Lapangan.....	45
3.4 Diagram Alir Pengolahan Data untuk Pemetaan.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1 Hasil.....	51
4.1.1 Data Citra.....	51
4.1.2 Koreksi Geometrik.....	52
4.1.3 Koreksi Radiometrik.....	56
4.1.4 Pemotongan Citra.....	59
4.1.5 Klasifikasi Hutan Mangrove berdasarkan Nilai NDVI.....	60
4.1.6 Penentuan Jenis Mangrove.....	62
4.1.7 Luas Hutan Mangrove.....	66
4.1.8 Peta Persebaran Hutan Mangrove Estuari Perancak.....	66
4.2 Pembahasan.....	71
4.2.1 Vegetasi.....	71
4.2.2 Pola Hidrologi.....	72
4.2.3 Parameter Hidrologi (Fisik dan Kimia)...	73

4.2.4 Hubungan Nilai Penting dengan NDVI..	83
4.2.5 Hubungan Nilai NDVI dengan Parameter.....	84
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	89
5.1 Kesimpulan.....	89
5.2 Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pengaruh TSS terhadap Kepentingan Ikan.....	14
Tabel 2.2	Pengaruh pH terhadap Komunitas Biologi Perairan.....	17
Tabel 2.3	Keterangan umum citra ALOS.....	24
Tabel 2.4	Parameter Orbit Satelit LDCM (Landsat-8).....	26
Tabel 2.5	Spesifikasi kanal-kanal spektral sensor pencitra LDCM (Landsat-8) (yang diperlukan oleh NASA/USGS).....	27
Tabel 2.6	Penyekalaan ulang Gain dan bias yang digunakan untuk konversi DN menjadi Spektral Radian untuk ALOS AVNIR-2.....	31
Tabel 2.7	Rata-rata penyinaran matahari diluar atmosfer untuk AVNIR-2.....	31
Tabel 4.1	Nilai Total RMSE Landsat 8 tahun 2015.....	54
Tabel 4.2	Nilai Total RMSE ALOS AVNIR-2 Tahun 2011	54
Tabel 4.3	Nilai Total RMSE ALOS AVNIR-2 Tahun 2007	55
Tabel 4.4	Nilai <i>Digital Number</i> Citra dan Foto.....	58
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan untuk Menentukan Jenis Mangrove Dominan.....	64
Tabel 4.6	Luas Hutan Mangrove.....	66
Tabel 4.7	Pengaruh TSS terhadap Kepentingan Ikan.....	73
Tabel 4.8	Data TSS Nitrat Hasil Penelitian di Estuari Perancak pada saat pasang dibandingkan terhadap Baku Mutu untuk Biota Laut.....	75
Tabel 4.9	Data pH Hasil Penelitian di Estuari Perancak pada saat pasang dibandingkan terhadap Baku Mutu untuk Biota Laut.....	78
Tabel 4.10	Data Salinitas Hasil Penelitian di Estuari Perancak pada saat pasang dibandingkan terhadap Baku Mutu untuk Biota Laut.....	80
Tabel 4.11	Data Nitrat Hasil Penelitian di Estuari Perancak pada saat pasang dibandingkan terhadap Baku	

Mutu untuk Biota Laut.....	82
Tabel 4.12 Nilai Penting dan NDVI tahun 2015.....	83
Tabel 4.13 Nilai indeks vegetasi dan parameter tahun 2015.	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Salah satu Zonasi Hutan Mangrove.....	9
Gambar 2.2 Tipe-tipe akar mangrove (a) akar papan (b) akar cakar ayam (c) akar tunjang dan (d) akar lutut.....	10
Gambar 2.1 Sistem Penginderaan Jauh.....	20
Gambar 2.2 Sifat Pantulan Air, Tanah dan Vegetasi.....	21
Gambar 2.5 Ilustrasi AVNIR-2 kemampuan observasi.....	23
Gambar 2.6 Gambaran pencitraan permukaan bumi dengan satelit LDCM (Landsat 8) di orbit.....	25
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian di Estuari Perancak.....	41
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	44
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data untuk Penyebaran Mangrove.....	47
Gambar 4.1 Raw Data Citra ALOS AVNIR-2 (a) tahun 2007 dan (b) tahun 2011.....	51
Gambar 4.2 Raw Data Citra Landsat 8 tahun 2015.....	52
Gambar 4.3 (a) Citra Landsat 8 tahun 2015 sebelum dilakukan koreksi geometrik dan (b) sesudah di koreksi geometrik.....	53
Gambar 4.4 (a) Citra ALOS AVNIR-2 tahun 2011 sebelum dilakukan koreksi geometrik dan (b) sesudah di koreksi geometrik.....	53
Gambar 4.5 (a) Citra ALOS AVNIR-2 tahun 2007 sebelum dilakukan koreksi geometrik dan (b) sesudah di koreksi geometrik.....	53
Gambar 4.6 Desain Jaring Titik Kontrol Citra.....	56
Gambar 4.7 (a) Citra sebelum dikonversi, terlihat masih dalam nilai digital number (b) Citra setelah dikonversi, telah berubah dalam nilai reflektan.....	57
Gambar 4.8 Hasil koreksi radiometrik Citra ALOS AVNIR-2 tahun 2011 dalam (a) digital number (b) radian (c) reflektan.....	57

Gambar 4.9 Hasil koreksi radiometrik Citra ALOS AVNIR-2 tahun 2007 dalam (a) digital number (b) radian (c) reflektan.....	58
Gambar 4.10 Grafik Presentase <i>Digital Number</i> Citra dan foto.....	59
Gambar 4.11 Hasil Pemotongan citra Landsat 8 tahun 2015..	59
Gambar 4.12 Hasil Pemotongan citra ALOS AVNIR-2 (a) tahun 2011 dan (b) tahun 2007.....	60
Gambar 4.13 Hasil Klasifikasi Citra Landsat-8 tahun 2015..	61
Gambar 4.14 Hasil Klasifikasi Citra ALOS AVNIR-2 tahun 2011.....	61
Gambar 4.15 Hasil Klasifikasi Citra ALOS AVNIR-2 tahun 2007.....	62
Gambar 4.16 Peta Persebaran Hutan Mangrove tahun 2015..	67
Gambar 4.17 Peta Persebaran Hutan Mangrove tahun 2011..	68
Gambar 4.18 Peta Persebaran Hutan Mangrove tahun 2007..	69
Gambar 4.19 Peta Suksesi Hutan Mngrove tahun 2007 dan 2011.....	70
Gambar 4.20 Bentuk Sungai Ijo Gading (a) tahun 2007 dan (b) 2011.....	73
Gambar 4.21 Tipe Pasang Surut.....	74
Gambar 4.22 Hasil sedimentasi yang terlihat di Citra ALOS AVNIR-2 tahun (a) 2007 dan (b) 2011	75
Gambar 4.23 Korelasi antara Nilai Penting dengan NDVI...	84
Gambar 4.24 Grafik hubungan NDVI dengan pH.....	86
Gambar 4.25 Grafik hubungan NDVI dengan Salinitas.....	86
Gambar 4.26 Grafik hubungan NDVI dengan Nitrat.....	87
Gambar 4.27 Grafik hubungan NDVI dengan TSS.....	87

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mangrove adalah tanaman pepohonan atau komunitas tanaman yang hidup di antara laut dan daratan yang dipengaruhi oleh pasang surut. Hutan mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis, didominasi oleh beberapa spesies pohon mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang-surut pantai berlumpur. Komunitas vegetasi ini umumnya tumbuh pada daerah intertidal dan supratidal yang cukup mendapat aliran air, dan terlindung dari gelombang besar dan arus pasang surut yang kuat. Ekosistem mangrove banyak ditemukan di pantai-pantai teluk yang dangkal, estuaria, delta dan daerah pantai yang terlindung (Bengen, 2001).

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang kompleks terdiri atas flora dan fauna daerah pantai. Selain menyediakan keanekaragaman hayati (*biodiversity*), ekosistem mangrove juga sebagai plasma nutfah (*genetic pool*) dan menunjang keseluruhan sistem kehidupan di sekitarnya. Habitat mangrove merupakan tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat mengasuh dan membesarkan (*nursery ground*), tempat bertelur dan memijah (*spawning ground*) dan tempat berlindung yang aman bagi berbagai juvenile dan larva ikan serta kerang (*shellfish*) dari predator. Habitat mangrove juga merupakan tempat hidup berbagai macam hewan buas atau predator.

Seiring dengan pertumbuhan penduduk yang semakin cepat, maka kebutuhan hidup manusia akan semakin meningkat. Dengan meningkatnya kebutuhan ini akan menimbulkan tekanan terhadap sumberdaya alam, dimana pemanfaatan belum banyak memperhitungkan kerugian yang berdampak ekologis. Demikian juga dengan

pembangunan wilayah pesisir sekitar kawasan hutan mangrove, pemanfaatan wilayahnya biasanya tidak dilakukan dengan bijaksana dan berwawasan lingkungan.

Kawasan Estuari Perancak memiliki luasan cukup besar dengan penggunaan lahan berupa tambak dan hutan mangrove. Total luas di estuari ini sekitar 876 ha dengan lebih dari 390 ha merupakan lahan tambak, baik yang masih aktif maupun yang sudah tidak aktif, serta 78,6 ha merupakan hutan mangrove (Balai Riset dan Observasi Kelautan, 2004). Wilayah perancak memiliki karakteristik yang khas. Sebagai sebuah estuari yang kondisi badan airnya dipengaruhi oleh asupan air asin dari Selat Bali dan air tawar dari sungai yang bermuara didalamnya, Estuari Perancak berfluktuasi sesuai dengan kondisi kedua sumber asupan tersebut. Sumber asupan air tawar utama berasal dari 3 sungai utama yaitu Sungai Ijo Gading, Sungai Samblong, dan Sungai Yeh Kuning. Ketiga sungai utama ini merupakan sungai induk yang terdiri dari anak – anak sungai. Secara umum daerah aliran sungai yang dilalui sungai tersebut merupakan daerah pertanian dan perkebunan dengan sedikit permukiman, kecuali Sungai Ijo Gading yang melalui daerah perkotaan.

Beberapa pihak yang terlibat langsung dan terpengaruh oleh perubahan atau dinamika ekosistem mangrove perancak diantaranya adalah petambak, pencari ikan, pencari kepiting, pencari udang, pencari kerang, pencari kayu bakar, peternak sampai dengan masyarakat secara umum. Agar kegiatan pemanfaatan yang dilakukan di ekosistem mangrove berlangsung secara optimal dan berkelanjutan maka diperlukan suatu perencanaan dan pengelolaan. Ekosistem mangrove dengan keunikan yang dimilikinya, merupakan sumberdaya alam yang sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai tempat kunjungan wisata. Penerapan sistem ekowisata di ekosistem ini merupakan

salah satu pendekatan dalam pemanfaatan ekosistem tersebut secara lestari.

Penelitian ekosistem bakau pernah dilakukan pada tahun 2006 oleh Achmad Kurniawan dengan judul “Identifikasi Hutan Mangrove Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh di Bali Barat”. Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan adalah penelitian terdahulu bertujuan untuk identifikasi hutan mangrove, mengetahui luas dan kerapatan mangrove di Bali Barat sedangkan penelitian ini membahas identifikasi persebaran mangrove, identifikasi pola hidrologi disekitar hutan mangrove dan identifikasi keterkaitan antara pola hidrologi dengan persebaran mangrove menggunakan citra ALOS AVNIR-2 dan Landsat 8 dengan indeks vegetasi NDVI.

Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit ALOS AVNIR-2 tahun 2007 dan 2011 serta citra satelit Landsat 8 tahun 2015. Citra Satelit ALOS AVNIR-2 memudahkan dalam mengkaji pemetaan mangrove karena resolusi spasialnya yang tinggi. Resolusi spasial pada sistem satelit ALOS AVNIR-2 10 meter dan lebar cakupannya 70 km (nadir). Landsat 8 memiliki kemampuan untuk merekam citra dengan resolusi spasial yang bervariasi, dari 15 meter sampai 100 meter, serta dilengkapi oleh 11 kanal yang dapat mempermudah proses interpretasi persebaran mangrove di wilayah Estuari Perancak. Hutan mangrove hidup di wilayah pesisir laut dan sungai sehingga indeks vegetasi yang digunakan adalah NDVI untuk mendapatkan nilai indeks vegetasi hutan mangrove. Pada penelitian ini dilakukan dengan cara menginterpretasikan citra ALOS AVNIR-2 dan Landsat 8 yang didukung oleh data sekunder lainnya untuk menghasilkan sebuah peta persebaran mangrove di Estuari Perancak, Bali.

1.2 Perumusan Masalah

Pokok permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimana cara mengolah dan menganalisa citra ALOS AVNIR-2 dan Landsat 8 untuk pemetaan persebaran mangrove yang akurat dan sesuai dengan keperluan di wilayah Estuari Perancak, Bali.
- b. Bagaimana karakteristik hutan mangrove dilihat dari hidrologi berdasarkan parameter fisik (pasang surut, sedimentasi, pH, dan salinitas) serta parameter kimia (nitrat).
- c. Bagaimana hubungan hidrologi dengan persebaran hutan mangrove.

1.3 Batasan Masalah

Agar dalam pembahasan penelitian ini tidak terlalu melebar dan agar diperoleh konsepsi yang sama, maka dibutuhkan batasan masalah. Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

- a. Wilayah studi terbatas pada Desa Pengambengan, Desa Budeng dan Desa Perancak
- b. Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra ALOS AVNIR-2 tahun 2007 dan 2011 serta citra Landsat 8 tahun 2015.
- c. Menggunakan algoritma indeks vegetasi NDVI.
- d. Hasil akhir dari penelitian ini adalah peta persebaran hutan mangrove tahun 2015 dan peta suksesi persebaran hutan mangrove tahun 2007 dan 2011 dengan skala 1:25.000 hasil penginderaan jauh wilayah Estuari Perancak.
- d. Identifikasi hidrologi berdasarkan parameter fisik (pasang surut, sedimentasi, pH, dan salinitas) serta parameter kimia (nitrat).

1.4 Tujuan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah untuk:

- a. Membuat peta persebaran hutan mangrove tahun 2015 dengan skala 1:25.000 wilayah Estuari Perancak menggunakan data citra Landsat 8 dan membuat peta suksesi persebaran hutan mangrove tahun 2007 dan 2011 dengan skala 1:25.000 menggunakan data citra ALOS AVNIR-2 serta data pendukung lainnya untuk menyajikan informasi persebaran mangrove.
- e. Identifikasi hidrologi di wilayah perairan Estuari Perancak hidrologi berdasarkan parameter fisik (pasang surut, sedimentasi, pH, dan salinitas) serta parameter kimia (nitrat).
- b. Mengetahui hubungan hidrologi dengan persebaran hutan mangrove.

1.5 Manfaat

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah mampu mengetahui penyebaran mangrove di wilayah Estuari Perancak. Selain itu, hasil dari penelitian ini juga diharapkan mampu menjadi sumber informasi bagi penelitian yang lain mengenai luas hutan mangrove dan hidrologi hutan mangrove di wilayah Estuari Perancak sehingga dapat dimanfaatkan untuk pengambilan kebijakan dalam pengembangan mangrove di Estuari Perancak.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mangrove

2.1.1 Definisi Mangrove

Kata mangrove merupakan kombinasi antara Bahasa Portugis *mangue* dan Bahasa Inggris *grove*. Dalam Bahasa Portugis kata mangrove digunakan untuk menyatakan individu spesies tumbuhan, sedangkan dalam Bahasa Inggris kata mangrove menggambarkan komunitas tumbuhan yang tumbuh di daerah jangkauan pasang-surut maupun untuk individu-individu spesies tumbuhan yang menyusun komunitas tersebut (Macnae, 1974 dalam Wijaya, 2005).

2.1.2 Ekosistem Mangrove

Menurut Nybakken (1992) menggunakan sebutan bakau untuk suatu komunitas vegetasi pantai tropis yang didominasi oleh beberapa spesies pohon yang khas atau semak-semak dengan kemampuan untuk tumbuh di perairan asin.

Karakteristik ekosistem mangrove menurut Bengen (2002) yaitu:

- a. Umumnya tumbuh pada daerah intertidal yang jenis tanahnya berlumpur, berlempung atau berpasir
- b. Daerahnya tergenang air laut secara berkala, baik setiap hari maupun tergenang hanya saat pasang purnama. Frekuensi genangan menentukan komposisi vegetasi hutan mangrove
- c. Menerima pasokan air tawar yang cukup dari darat

- d. Terlindung dari gelombang dan arus pasang surut yang kuat. Air bersalinitas payau (2-22 ‰) hingga asin (mencapai 38 ‰).
- e. Banyak ditemukan di pantai-pantai teluk yang dangkal, estuari, delta dan daerah pantai yang terlindung.

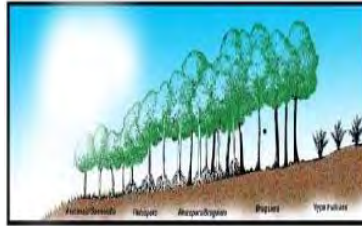
Mangrove juga dapat tumbuh dengan baik di substrat berlumpur dan perairan pasang yang menyebabkan kondisi anaerob, hal ini disebabkan mangrove memiliki akar-akar khusus yang berfungsi sebagai penyangga sekaligus penyerap oksigen dari udara di permukaan air secara langsung.

2.1.3 Zonasi Hutan Mangrove

Menurut Bengen (1999) dalam Saefurahman (2008), salah satu zonasi hutan mangrove, yaitu:

- a. Daerah yang paling dekat dengan laut dengan substrat agak berpasir, sering ditumbuhi oleh *Avicennia* spp. Di zona ini biasa berasosiasi jenis *Sonneratia* spp. yang dominan tumbuh pada lumpur dalam yang kaya bahan organik.
- b. Lebih ke arah darat, hutan mangrove umumnya didominasi oleh *Rhizophora* spp. Di zona ini juga dijumpai *Bruguiera* spp. dan *Xylocarpus* spp.
- c. Zona berikutnya didominasi oleh *Bruguiera* spp.
- d. Zona transisi antara hutan mangrove dengan hutan dataran rendah biasa ditumbuhi oleh *Nypa fruticans* dan beberapa spesies palem lainnya.

Salah satu tipe zonasi *mangrove* dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Salah satu Zonasi Hutan Mangrove
Sumber: Bengen, 2004 dalam Kusumaningrum, 2013

Sementara zonasi vegetasi mangrove menurut pasang surut meliputi (Noor, 1999 dalam Saefurahman, 2008):

- a. Areal yang selalu digenangi walaupun pada saat pasang rendah, umumnya didominasi oleh *Avicennia* sp. atau *Sonneratia* sp.
- b. Areal yang digenangi oleh pasang sedang, didominasi jenis *Rhizophora* sp.
- c. Areal yang digenangi hanya saat pasang tinggi. Areal ini lebih ke daratan, umumnya didominasi oleh *Bruguiera* sp dan *Xylocarpus* sp.
- d. Areal yang digenangi hanya pada saat pasang tertinggi (hanya beberapa hari dalam sebulan), umumnya didominasi oleh *Bruguiera* sp. dan *Lumnitzera littorea*.

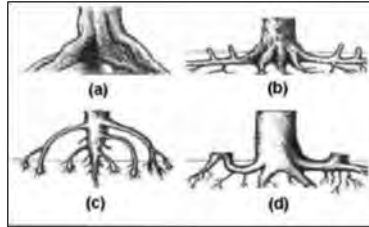
2.1.4 Adaptasi Vegetasi Mangrove

Mangrove bisa tumbuh dan berkembang di perairan asin dan di substrat yang terkadang anoksik, hal ini disebabkan mangrove memiliki kemampuan adaptasi yang baik. Menurut Bengen (1999) adaptasi hutan mangrove antara lain:

- a. Adaptasi terhadap kadar oksigen rendah.

Pohon mangrove memiliki bentuk perakaran yang khas. *Avicennia* sp., *Xylocarpus* sp. dan *Sonneratia* sp. memiliki tipe akar cakar ayam dengan *pneumatofora* untuk mengambil

oksigen dari udara. *Rhizophora* sp memiliki tipe akar penyangga atau tongkat dengan lentisel (Gambar 2.2).



Gambar 2. 2 Tipe-tipe akar mangrove (a) akar papan (b) akar cakar ayam (c) akar tunjang dan (d) akar lutut

Sumber: Bengen, 1999

b. Adaptasi terhadap kadar garam tinggi

Mangrove memiliki sel-sel khusus dalam daun yang berfungsi untuk menyimpan garam. Daun mangrove yang tebal, kuat dan banyak mengandung air berfungsi mengatur keseimbangan garam. Daun mangrove juga dilengkapi struktur stomata khusus untuk mengurangi penguapan.

c. Adaptasi terhadap tanah yang kurang stabil dan pasang surut

Mangrove mengembangkan struktur akar yang sangat ekstensif dan membentuk jaringan horizontal yang lebar. Selain memperkokoh pohon, akar tersebut juga berfungsi untuk mengambil unsur hara dan menahan sedimen.

2.1.5 Faktor-faktor Pembatas Ekosistem Mangrove

Menurut beberapa peneliti ada banyak faktor lingkungan yang mempengaruhi zonasi ekosistem mangrove antara lain:

a. Pasang Surut

Menurut Chapman (1984) dalam Saefurahman (2008) gerakan pasang surut akan

membawa benih mangrove menyuplai O_2 dan nutrisi bagi mangrove. Frekuensi genangan adalah satu faktor utama yang mempengaruhi zonasi mangrove (Aksornkoe, 1993 dalam Saefurahman, 2008).

Pasang yang terjadi di kawasan mangrove sangat menentukan zonasi tumbuhan dan komunitas hewan yang berasosiasi dengan ekosistem mangrove. Secara rinci pengaruh pasang terhadap pertumbuhan mangrove dijelaskan sebagai berikut:

- i. Berdasarkan lama pasang:
 - Lama terjadinya pasang di kawasan mangrove dapat mempengaruhi perubahan salinitas air dimana salinitas akan meningkat pada saat pasang dan sebaliknya akan menurun pada saat air laut surut
 - Perubahan salinitas yang terjadi sebagai akibat lama terjadinya pasang merupakan faktor pembatas yang mempengaruhi distribusi spesies secara horizontal.
 - Perpindahan massa air antara air tawar dengan air laut mempengaruhi distribusi vertikal organisme
- ii. Berdasarkan durasi pasang:
 - Struktur dan kesuburan mangrove di suatu kawasan yang memiliki jenis pasang diurnal, semi diurnal, dan campuran akan berbeda.
 - Komposisi spesies dan distribusi areal yang digenangi berbeda menurut durasi pasang atau frekuensi penggenangan. Misalnya : penggenangan sepanjang waktu

maka jenis yang dominan adalah *Rhizophora mucronata* dan jenis *Bruguiera* serta *Xylocarpus* kadang-kadang ada.

iii. Rentang pasang (tinggi pasang):

- Akar tunjang yang dimiliki *Rhizophora mucronata* menjadi lebih tinggi pada lokasi yang memiliki pasang yang tinggi dan sebaliknya
- *Pneumatophora Sonneratia sp* menjadi lebih kuat dan panjang pada lokasi yang memiliki pasang yang tinggi.

Stunis (1958) dalam Aksornkoe (1993) dalam Saefurahman (2008) mendapatkan jika arus pasang surut tertahan dan tidak ada drainase, maka *Rhizophora* akan mati atau terhambat pertumbuhannya kemudian area akan diambil alih oleh *Lumnitzera*. Sementara Chapman dan Ronaldson (1958) dalam Saefurahman (2008) menemukan bahwa tinggi dari *Avicennia marina* dikontrol oleh drainase di area tumbuhnya dan tinggi dari tiap-tiap spesies bervariasi seiring dengan perbedaan sistem drainase.

b. Faktor fisika kimia tanah

Baku mutu kriteria kualitas air tambak yaitu salinitas berkisar 10-35‰, pH 6-9, TSS < 20 mg/l. Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah terlarut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat dengan

bantuan mikroorganisme adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen (Effendi, 2003). Distribusi horisontal kadar nitrat semakin tinggi menuju ke arah pantai dan kadar tertinggi biasanya ditemukan di perairan muara. Hal ini diakibatkan adanya sumber nitrat dari daratan berupa buangan limbah yang mengandung nitrat (Hutagalung dan Rozak, 1997 dalam Bahri, 2007).

Bahan organik yang terdekomposisi adalah sumber amonia yang merupakan awal pembentukan nitrat melalui pemecahan nitrogen organik dan anorganik yang terdapat dalam tanah dan air dengan bantuan mikroba dan jamur (Effendi, 2003). Fungsi nitrogen dalam tanah bagi tumbuhan adalah berperan dalam pembentukan protein, selain itu juga dapat memperbaiki pertumbuhan vegetatif. Tumbuhan dengan kandungan N yang cukup daunnya akan berwarna lebih hijau (Hardjowigeno, 1992 dalam Bahri, 2007).

Kandungan TSS mempunyai hubungan erat dengan kecerahan perairan. Hal ini terjadi karena keberadaan padatan tersuspensi akan menghalangi penetrasi cahaya yang masuk ke perairan sehingga hubungan TSS dan kecerahan menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik (Blom, 1994). Umumnya semakin kearah laut nilai TSS semakin rendah. Hal ini terjadi karena padatan tersuspensi ini disuplai oleh daratan melalui sungai. Keberadaan padatan tersuspensi dapat berdampak positif jika tidak melebihi standar yang telah ditentukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup tentang toleransi

sebaran suspensi baku mutu kualitas air yaitu 70 mg/l (Herfinalis, 2005).

Adapun kesesuaian perairan untuk kepentingan perikanan berdasarkan nilai padatan tersuspensi (TSS) ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pengaruh TSS terhadap Kepentingan Ikan

No.	Nilai TSS (mg/liter)	Pengaruh terhadap kepentingan perikanan
1.	< 25	Tidak berpengaruh
2.	25 - 80	Sedikit berpengaruh
3.	81– 400	Kurang baik bagi kepentingan perikanan
4.	> 400	Tidak baik bagi kepentingan perikanan

Sumber: Alabaster dan Lloyd dalam Effendi (2003)

Padatan tersuspensi berkolorasi positif dengan kekeruhan. Semakin tinggi nilai padatan tersuspensi, nilai kekeruhan juga semakin tinggi. Kekeruhan yang tinggi akan mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi, misalnya pernafasan dan daya lihat organisme akuatik serta dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air.

c. Salinitas air tanah

De Hann (1931) dalam Aksornkoe (1993) dalam Saefurahman (2008) melaporkan bahwa salinitas air tanah dan aktivitas pasang mempengaruhi distribusi spesies mangrove, sehingga hutan mangrove dapat diklasifikasikan menjadi dua area, yaitu: area yang digenangi oleh air payau atau air asin dengan salinitas 10 - 30 ppt dan area yang digenangi oleh air tawar atau air payau dengan salinitas 0-10 ppt. Macnae (1968) dalam Ganjar (2008) ada yang mampu bertahan pada salinitas lebih dari 90% dan

salinitas kurang dari 10% seperti jenis *Avicennia marina* dan *Lumnitzera racemosa*.

Menurut Macne (1974) dalam Saefurahman (2008) mempelajari toleransi dari spesies mangrove seperti *Avicennia marina* yang mampu mentoleransi kadar garam rendah, tinggi bahkan kadar garam yang berfluktuasi.

Menurut Effendi (2003) bahwa pada wilayah estuari, pada saat pasang terjadi pencampuran antara masa air laut dengan air tawar dari daratan sehingga air menjadi payau (*brackish*). Bercampurnya masa air laut dengan air tawar menjadikan wilayah estuari memiliki keunikan tersendiri yaitu dengan terbentuknya air payau dengan salinitas yang berfluktuasi. Pada saat pasang salinitas didaerah muara sungai akan mengalami peningkatan akibat bercampurnya massa air dari laut lepas dan massa air tawar dari muara sungai. Hal ini menyebabkan pada saat pasang terjadi pengenceran yang diiringi dengan pengeceran senyawa nitrogen khususnya nitrat yang berada di perairan tersebut.

d. Substrat

Sirkulasi dan arus pasang di sekitar estuaria dan area pantai adalah sumber utama dari sedimentasi yang pada akhirnya menjadi daratan lumpur (Phillips, 1903 dalam Saefurahman, 2008). Watson (1928) dalam Saefurahman (2008) menyebutkan bahwa vegetasi mangrove tidak dapat hidup dengan baik sepanjang area pantai yang kering dan tidak mengandung lumpur atau sedimen. Genus *Rhizophora* terutama *R. mucronata* umumnya

tumbuh dengan baik pada daerah berlumpur datar. Namun, *R. apiculata* lebih menyukai lumpur lembut dan *R. stylosa* tumbuh baik di sepanjang pantai terumbu karang dan pantai berpasir (Ding How, 1958 dalam Saefurahman, 2008).

e. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman suatu perairan mencerminkan keseimbangan antara asam dan basa dalam air. pH perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain aktifitas fotosintesa, aktifitas biologi, temperatur, kandungan oksigen, serta adanya kation dan anion dalam perairan (Aksornkae, 1993 dalam Kusumaningrum, 2013). Derajat keasaman di perairan merupakan parameter lingkungan yang berhubungan dengan susunan jenis maupun proses-proses hidup dari suatu komunitas diantaranya terhadap kehidupan organisme air termasuk fitoplankton. Berikut ini adalah tabel pengaruh pH terhadap komunitas biologi perairan.

Tabel 2.2 Pengaruh pH terhadap Komunitas Biologi Perairan.

Nilai pH	Pengaruh Umum
6.0 - 6.5	<ul style="list-style-type: none"> a. Keanekaragaman plankton dan bentos sedikit menurun. b. Kelimpahan total, biomassa, dan produktivitas tidak mengalami perubahan.
5.5 - 6.0	<ul style="list-style-type: none"> a. Penurunan nilai keanekaragaman plankton dan bentos semakin tampak. b. Kelimpahan total, biomassa, dan produktivitas masih belum mengalami perubahan yang berarti. c. Algae hijau berfilamen mulai tampak pada zona litoral.
5.5 - 5.0	<ul style="list-style-type: none"> a. Penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis plankton, perifilton, dan bentos semakin besar. b. Terjadi penurunan kelimpahan total dan biomassa zooplankton dan bentos. c. Algae hijau berfilamen semakin banyak d. Proses nitrifikasi terhambat.
4.5 - 5.0	<ul style="list-style-type: none"> a. Penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis jenis plankton, perifilton dan bentos semakin besar. b. Penurunan kelimpahan total dan biomassa zooplankton dan bentos. c. Algae hijau berfilamen semakin banyak d. Proses nitrifikasi terhambat.

Tolimson (1957) dalam Saefurahman (2008) menyatakan bahwa pH tanah di hutan *Rhizophora* relatif rendah. Sementara Hesse (1961) dalam Saefurahman (2008) menyebutkan bahwa tanah di bawah *Rhizophora* dan *Avicennia* memiliki kisaran nilai antara 6,6 sampai 6,2 ketika jenuh, tetapi di saat kering dan kondisi aerob pH menurun hingga 4,6 dan 5,7.

2.1.6 Persebaran Mangrove di Estuari Perancak

Berdasarkan pembagian administratif pemerintahan, kawasan Estuari Perancak berada di dua Kecamatan yaitu Kecamatan Negara dan Kecamatan Jembrana, Kabupaten Jembrana,

Provinsi Bali. Kecamatan Negara terdiri dari 4 Kelurahan dan 8 Desa sedangkan Kecamatan Jembrana terdiri dari 4 Kelurahan dan 6 Desa. Batasan wilayah penelitian ini hanya terbatas pada tiga desa, yaitu Desa Pengambangan, Desa Budeng dan Desa Perancak. Luas total Kecamatan Jembrana adalah 9.397 ha (BPS Jembrana, 2007). Estuari Perancak secara geografis terletak antara 8o 22' 30" LS sampai 8o 24' 18" LS dan 114o 36' 18" BT sampai 114o 38' 31,2" BT, dengan batas wilayah sebagai berikut:

- a. Bagian Utara berbatasan dengan Desa Budeng, Loloan Timur dan Lelateng
- b. Bagian Selatan berbatasan dengan Desa Perancak dan Selat Bali
- c. Bagian Barat berbatasan dengan Desa Pangambangan dan Lelateng
- d. Bagian Timur berbatasan dengan Desa Air Kuning dan Sangkar Agung

Kawasan Estuari Perancak memiliki luasan cukup besar yaitu 2.512,69 ha, dengan penggunaan lahan berupa tambak dan hutan mangrove. Hutan mangrove di estuari ini merupakan hutan alam yang ditumbuhi berbagai jenis mangrove tersebar secara acak pada luasan 177,09 ha (Balai Riset dan Observasi Kelautan, 2004). Secara umum keadaan topografi wilayah Kabupaten Jembrana bervariasi dengan bentuk permukaan wilayah sebagai berikut:

- a. Datar = 25,00 %
- b. wilayah landai = 10,16 %
- c. wilayah berbukit = 25,24 %
- d. wilayah curam = 39,60 %

Estuari Perancak berada di wilayah selatan Kabupaten Jembrana yang memiliki topografi relatif datar hingga bergelombang.

Zonasi mangrove di Estuari Perancak dari perairan menuju ke arah daratan adalah zona depan (dekat perairan) didominasi oleh *Avicennia* spp. Dan *Sonneratia* spp. Di zona tengah didapatkan campuran jenis *Rhizophora* spp, *ceriops tagal* dan *Bruguiera gymnorrhiza* serta beberapa mangrove ikutan. Pada zona akhir (dekat daratan) didominasi oleh jenis *Nypa fruticants*. Komposisi jenis ini masih tetap sama dengan penelitian *greenbelt* yang dilakukan oleh Balai Riset dan Observasi Kelautan pada tahun 2004.

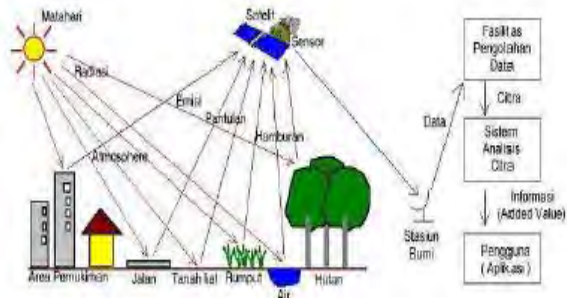
Mangrove memiliki fungsi ekologis sebagai habitat berbagai jenis satwa. Komunitas fauna ekosistem mangrove di Estuari Perancak membentuk percampuran antara dua kelompok, yaitu kelompok fauna daratan (jenis burung) dan kelompok fauna perairan (jenis ikan). Keberadaan fauna-fauna ini dapat menjadi potensi pengembangan alternatif wisata mangrove lainnya. Contoh alternatif – alternatif ini seperti pengamatan jenis burung, memancing dan fotografi.

2.2 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand & Kiefer, 1994). Tujuan utama penginderaan jauh ialah mengumpulkan data sumberdaya alam dan lingkungan. Informasi tentang objek disampaikan ke pengamat melalui energi elektromagnetik, yang merupakan pembawa informasi dan sebagai penghubung komunikasi.

2.2.1 Sistem Penginderaan Jauh

Konsep dasar penginderaan jauh terdiri atas beberapa elemen (komponen) meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan obyek di permukaan bumi, sensor, sistem pengolahan dan berbagai pengguna data. Konsep dasar digambarkan sebagai sistem penginderaan jauh (gambar 2.3).



Gambar 2. 3 Sistem Penginderaan Jauh

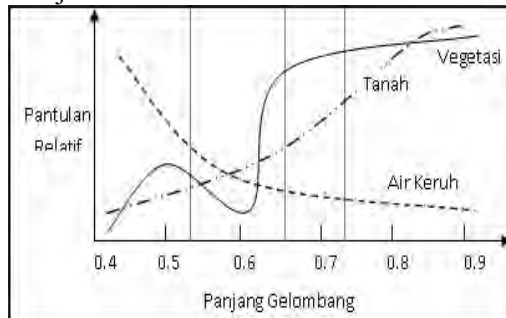
Sumber: Sutanto, 1994 dalam Kusumaningrum, 2013

Sebuah sistem penginderaan jauh memerlukan sumber tenaga baik alamiah maupun buatan. Dalam dunia penginderaan jauh, terdapat dua sistem tenaga pada wahana yaitu sistem pasif dan sistem aktif.

- a. Sistem pasif menggunakan sumber tenaga utama dari alam atau sumber lain yang tidak terintegrasi dalam wahana. Sumber tenaga tersebut biasanya berasal dari matahari. Beberapa wahana yang menggunakan sistem pasif ini antara lain Landsat, Aster, ALOS, MODIS, Ikonos, Quick Bird dan lainnya.
- b. Sistem aktif menggunakan sumber tenaga utama dari sumber energi buatan yaitu berupa tenaga elektromagnetik yang terintegrasi dengan wahana tersebut. Beberapa wahana yang menggunakan sistem ini antara lain Radarsat, JERS, ADEOS, SAR dan lainnya.

2.2.2 Aplikasi Penginderaan Jauh untuk Mangrove

Menurut Lo (1996) dalam Wijaya (2005), aplikasi baru dari penginderaan jauh multispektral telah menitikberatkan pada estimasi jumlah dan distribusi vegetasi. Estimasi didasarkan pada pantulan dari kanopi vegetasi. Intensitas pantulan tergantung pada panjang gelombang yang digunakan dan tiga komponen vegetasi, yaitu daun, substrat dan bayangan. Daun memantulkan lemah pada panjang gelombang biru dan merah, namun memantulkan kuat pada panjang gelombang inframerah dekat (Gambar 2.4). Daun memiliki karakteristik warna hijau, dimana klorofil mengabsorbsi spektrum radiasi merah dan biru serta memantulkan spektrum radiasi hijau.



Gambar 2. 4 Sifat Pantulan Air, Tanah dan Vegetasi

Sumber: Lo, 1996 dalam Wijaya, 2005

Menurut Susilo (2000) penginderaan jauh untuk vegetasi mangrove didasarkan atas dua sifat penting yaitu bahwa mangrove mempunyai zat hijau daun (klorofil) dan mangrove tumbuh di pesisir. Dua hal ini akan menjadi pertimbangan penting di dalam mendeteksi mangrove melalui satelit. Sifat optik klorofil sangat khas yaitu bahwa klorofil menyerap spektrum sinar merah dan memantulkan dengan kuat

spektrum inframerah. Klorofil fitoplankton yang berada di air laut dapat dibedakan dari klorofil mangrove karena sifat air yang sangat menyerap spektrum inframerah. Tanah, pasir dan batuan juga memantulkan infra merah tetapi bahan-bahan ini tidak menyerap spektrum sinar merah sehingga tanah dan mangrove secara optik juga dapat dibedakan.

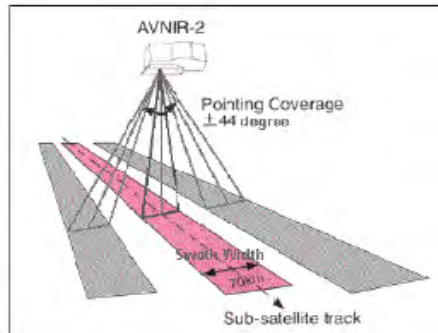
Beberapa aspek lingkungan mangrove yang dapat dipelajari dengan menggunakan penginderaan jauh adalah spesies mangrove dan identifikasi zonasi, perubahan tata guna lahan mangrove, keberadaan mangrove dan distribusinya, serta lingkungan fisik mangrove (Hartono, 1994).

2.3 ALOS AVNIR-2

ALOS singkatan dari *Advanced Land Observing Satellite* adalah satelit milik Jepang yang merupakan satelit generasi lanjutan dari JERS-1 dan ADEOS yang dilengkapi dengan teknologi yang lebih maju. ALOS yang diluncurkan pada tahun 2006 adalah satelit pemantau lingkungan yang biasa dimanfaatkan untuk kepentingan kartografi, observasi wilayah, pemantauan bencana alam, dan survey sumber daya alam.

Satelit ALOS ini membawa 3 jenis sensor, yaitu PALSAR, PRISM dan AVNIR-2. *Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer type-2* (AVNIR-2) merupakan instrumen pada satelit ALOS yang dilengkapi kanal multispektral untuk pengamatan permukaan daratan dan wilayah pesisir dengan resolusi spasial lebih baik dari AVNIR-ADEOS. Sensor ini digunakan untuk tujuan pemetaan dan klasifikasi penutup/penggunaan lahan skala regional, dengan memiliki kemampuan “*cross track pointing*” untuk pemantauan bencana alam. ALOS/AVNIR-2 merupakan citra yang digunakan untuk mengobservasi

daratan dan pantai khususnya untuk menghasilkan peta tutupan lahan dan peta penggunaan lahan dalam memonitoring perubahan lingkungan (JAXA, 2005 dalam Suhartini, 2008).



Gambar 2.5 Ilustrasi AVNIR-2 kemampuan observasi

Misi dari satelit ALOS secara ringkas ada 5 misi dari satelit ALOS adalah:

- Kartografi: untuk menyediakan peta wilayah Jepang dan Wilayah Asia-Pasifik
- Pemantauan regional: melakukan pemantauan regional untuk pengembangan pembangunan yang berkelanjutan dan harmonisasi antara ketersediaan sumber daya alam pengembangan pembangunan
- Monitoring bencana: melakukan monitoring bencana alam
- Survei sumber daya: untuk survei sumber daya alam
- Pengembangan teknologi: mengembangkan teknologi penginderaan jauh yang tepat untuk masa sekarang dan akan datang (NASDA, 2004 dalam Suhartini, 2008).

Berikut merupakan tabel dari karakteristik sensor AVNIR-2 pada ALOS:

Tabel 2.3 Keterangan umum citra ALOS

Alat peluncuran	Roket H-IIA
Pusat Ruang Angkasa	
Tempat peluncuran	Tanegashima
Berat Satelit	4 000 Kg
Power	7 000 W
Waktu Operasional	3 sampai 5 Tahun
Orbit	Sun-Synchronous Sub-Recurr Orbit
Kanal Observasi	Kanal 1 : 0.42 - 0.50 μm Kanal 2 : 0.52 - 0.60 μm Kanal 3 : 0.61 - 0.69 μm Kanal 4 : 0.76 - 0.89 μm
S/N	> 200
MTF	Kanal 1- 3 : > 0.25 Kanal 4 : 0.20
Resolusi	10 m (nadir)
Lebar Cakupan	70 km (nadir)
Jumlah Detektor	7000 kanal
Sudut Pengambilan	- 44 sampai +44 derajat
Panjang Bit	8 bit

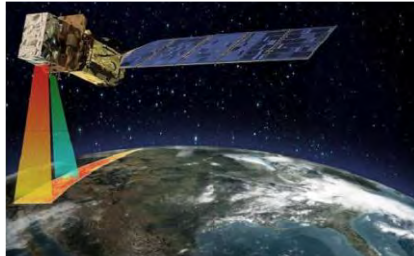
Sumber: Japan Aerospace Exploration Agency, 2005 dilihat juga Suhartini, 2008

Manfaat band pada citra ALOS AVNIR-2 ini yaitu band 1 digunakan untuk penetrasi tubuh air, analisis penggunaan lahan dan vegetasi, pembedaan lahan tanah dan vegetasi, band 2 digunakan untuk membedakan tanaman sehat terhadap tanaman tidak sehat, sedangkan band 3 adalah band yang paling berguna untuk membedakan tipe tanaman, lebih baik dari pada band 1 dan 2, serta band 4 digunakan untuk meneliti biomass tanaman.

2.4 Landsat 8

Sistem Landsat merupakan milik Amerika Serikat yang mempunyai tiga instrument pencitraan, yaitu RBV (*Return Beam Vidicon*), MSS (*Multispectral Scanner*) dan TM (*Thematic Mapper*) (Jaya, 2002). Landsat adalah satelit

sumber daya bumi yang diluncurkan sejak tahun 1972. Misi program Landsat adalah merekam data permukaan bumi multispektral dengan resolusi tinggi secara global dan berulang. Hingga tahun 1991, satelit Landsat telah sampai pada Landsat-5 yang sampai saat ini masih beroperasi dan Landsat-8.



Gambar 2. 6 Gambaran pencitraan permukaan bumi dengan satelit LDCM (Landsat 8) di orbit

Sumber: Sitanggang, 2010 dalam Sari, 2014

Landsat-8 diluncurkan oleh NASA pada 11 Februari 2013. Landsat 8 memiliki kemampuan untuk merekam citra dengan resolusi spasial yang bervariasi, dari 15 meter sampai 100 meter, serta dilengkapi oleh 11 kanal. Dalam satu harinya satelit ini akan mengumpulkan 400 *scenes* citra atau 150 kali lebih banyak dari Landsat 7. Adapun parameter orbit satelit yang dimiliki citra Landsat 8 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.4 Parameter Orbit Satelit LDCM (Landsat-8)

Jenis Orbit	Mendekati lingkaran sikron-matahari
Ketinggian	705 km
Inklinasi	98.2°
Periode	99 menit
Waktu liput ulang (resolusi temporal)	16 hari
Waktu melintasi katulistiwa (<i>Local Time on Descending Node - LTDN</i>) nominal	Jam 10:00 s.d 10:15 pagi

Sumber: Sitanggang, 2010 dalam Sari, 2014

Satelit landsat 8 memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (band 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) pada TIRS. Sensor pencitra OLI mempunyai 1 kanal inframerah dekat dan 7 kanal tampak reflektif, akan meliputi panjang gelombang yang direfleksikan oleh objek-objek pada permukaan bumi, dengan resolusi spasial yang sama dengan Landsat pendahulunya yaitu 30 meter. Sedangkan sensor TIRS mempunyai dua band *thermal* yang akan memberikan suhu permukaan lebih akurat.

Tabel 2. 5 Spesifikasi kanal-kanal spektral sensor pencitra LDCM (Landsat-8) (yang diperlukan oleh NASA/USGS)

	Band	Panjang Gelombang (mikrometer)	Resolusi (meter)
Landsat 8	Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
	Band 2 – Blue	0.45 - 0.51	30
	Band 3 – Green	0.53 - 0.59	30
Operational Land Imager (OLI)	Band 4 – Red	0.64 - 0.67	30
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
	Band 6 - SWIR 2 1	1.57 - 1.65	30
	Band 7 - SWIR 2 2	2.11 - 2.29	30
dan	Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15
Thermal Infrared Sensor (TIRS)	Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
	Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
	Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100

Sumber: Sitanggang, 2010

2.5 Kesepadanan Skala Peta dan Resolusi Spasial Citra

Peta dalam geografi adalah gambar rupa bumi yang umumnya berbentuk dua dimensi statis. Pada peta terdapat skala yang menyatakan perbandingan antara ukuran objek di peta dengan ukuran sebenarnya di muka bumi. Sumber data peta biasanya dari hasil survai terestris, data tabular, foto udara, juga dari citra satelit. Yang terakhir disebut ini perkembangannya sangat pesat sekali. Dimulai dari citra Landsat-1 pada tahun 1972 hingga terkini 2009 adalah WoldView-2 yang mengusung keunggulan resolusi spasial yang tinggi (0,5 m). Resolusi spasial berkenaan dengan ukuran sebuah piksel citra yang mewakili suatu area di

permukaan bumi. Ukuran kuantitatif dari resolusi spasial citra adalah seberapa detail suatu wilayah nampak dalam citra. Citra-citra satelit yang memiliki resolusi spasial 0,4 – 4 m disebut citra bersolusi tinggi, 4 – 30 m disebut menengah (sedang), dan 30 m hingga > 1000 m disebut beresolusi rendah.

Karenanya memilih citra yang sepadan untuk pemetaan adalah hal penting. Untuk memilih citra yang sepadan untuk pemetaan yang optimum ada rumusan matematisnya. Rumusan ini dicetuskan oleh Wado R. Tobler pada tahun 1987. Mr. Tobler adalah seorang profesor emiritus bidang geografi dari universitas California-Santa Barbara, Amerika. Dia banyak menemukan perhitungan proyeksi peta dan dikenal sebagai ‘pembuat peta’. Menurutny seorang kartograf (ahli perpetaan) selalu ingin memasukkan ‘objek’ sekecil apapun dalam peta, karena setiap informasi sekecil apapun pada dasarnya penting. Namun karena keterbatasan penyajian (tergantung besarnya skala yang menjadi target), maka tidak semua objek bisa tampak dalam peta, objek yang terlalu kecil dengan sendirinya akan hilang atau justru perlu dihilangkan agar peta yang ditampilkan nanti nampak lebih apik.

Adapun rumusan atau aturan kesepadanan skala peta dan resolusi spasial citra dari Tobler ini adalah “Bagi bilangan penyebut skala peta dengan 1000 (penggunaan angka 1000 dimaksudkan agar terdeteksi dalam satuan meter) maka resolusi citra yang sepadan adalah setengah dari hasil pembagian tersebut”.

$$\text{Skala peta} = \text{Resolusi spasial citra (meter)} \times 2 \times 1000 \quad (1)$$

Pemahaman sederhana tentang korelasi skala dan resolusi citra, terkait rumusan Tobler seperti ini:

- Seberapa besarkah objek di bumi yang mau dikenali oleh mata kita di atas peta?
- Kalau kita memakai skala 1:1000, maka objek sebesar 1 meter di bumi setara dengan 1 milimeter di peta. Jika 1

mili masih dirasa cukup besar bisa diturunkan menjadi 0.5 mili, itu artinya objek tersebut di lapangan ukurannya 0.5 m (ukuran ini setara dengan resolusi spasial band pankromatik citra World View-2).

Skala yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1:25.000 mengacu pada peta RBI yang digunakan dengan skala 1:25000 dan tujuan kedua agar informasi jenis-jenis mangrove tersampaikan, jika menggunakan skala 1:50.000 peta lebih kecil dan informasi jenis mangrove tidak tersampaikan.

2.6 Pengolahan Citra Digital

2.6.1 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan sesuai dengan jenis atau penyebab kesalahannya, yaitu kesalahan sistematik dan kesalahan random, dengan sifat distorsi geometrik pada citra. Koreksi geometrik mempunyai tiga tujuan yaitu (1) melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) agar citra koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi; (2) registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektral atau citra multi temporal; (3) registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

2.6.2 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan perbaikan akibat cacat atau kesalahan radiometrik, yaitu kesalahan pada sistem optik. Kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari.

Proses konversi *DN* ke reflektan dibutuhkan sebagai nilai inputan pada rumusan algoritma indeks vegetasi. Sehingga untuk melakukan proses ini digunakan perhitungan yang melibatkan metadata citra. Adapun rumus konversi *DN* ke reflektan Landsat 8 adalah sebagai berikut:

$$\rho\lambda' = Mp.Qcal + Ap \quad (2)$$

dimana nilai reflektan ($\rho\lambda'$), faktor *multiplicative rescaling* setiap band dari metadata (*reflectance_mult_band_x*, dimana *x* adalah nomer band) *Mp*, faktor *additive rescaling* setiap band dari metadata (*reflectance_add_band_x*, dimana *x* adalah nomer band) disimbolkan *Ap*, dan nilai *Digital Number band (Qcal)*. (sumber: USGS, 2013)

Untuk koreksi radiometrik citra ALOS AVNIR-2 perlu mengubah *digital number* ke radian baru hasil radian diubah ke reflektan. Rumus mengubah digital number ke radian adalah sebagai berikut:

$$L_{\lambda} = Grescale * QCAL + Brescale \quad (3)$$

Dimana, radian lubang lensa sensor dalam satuan Watts/(m².ster.µm) (L_{λ}), nilai piksel yang dikalibrasi terkuantisasi pada *digital number (QCAL)*, *Grescale* yaitu gain yang diskala ulang (hasil data gain yang dihasilkan pada header Level 1 atau rekaman data tambahan) dalam satuan watt/m².ster.µm)/DN, *Brescale* yaitu bias yang diskala ulang (hasil data gain yang dihasilkan pada header Level 1 atau rekaman data tambahan) dalam satuan watt/m².ster.µm).

Untuk rumus ini Gain (*Grescale*) dan Bias (*Brescale*) dihasilkan dari pemetaan berikut ini:

Tabel 2.6 Penyelesaian ulang gain dan bias yang digunakan untuk konversi DN menjadi Spektral Radian untuk ALOS AVNIR-2

Band	<i>Grescale</i>	<i>Brescale</i>
1	0.588	0
2	0.573	0
3	0.502	0
4	0.835	0

Sumber: Nadiah, 2009

Sedangkan rumus untuk mengubah radian ke reflektan adalah sebagai berikut:

$$\rho_p = \frac{\pi \cdot L_\lambda \cdot d^2}{ESUN_\lambda \cdot \cos \theta_s} \text{ or } \rho_p = \frac{\pi \cdot L_\lambda}{F_0 \cdot \cos \theta_s / d^2} \quad (4)$$

Dengan reflektan citra tanpa satuan (ρ_p), radian atau spectral band λ pada lubang lensa sensor ($W/m^2/\mu m/sr$) (L_λ), jarak bumi ke matahari dalam satuan astronomi (d), rata-rata penyinaran matahari diluar atmosfer ($W/m^2/\mu m$) (F_0 atau $ESUN_\lambda$), dan sudut zenith matahari (θ_λ).

Rata-rata penyinaran matahari diluar atmosfer ($ESUN_\lambda$) diperoleh dari tabel Hiroshi Murakami and et al. (2007) yang ditampilkan pada tabel 2.7.

Tabel 2.7 Rata-rata penyinaran matahari diluar atmosfer untuk AVNIR-2

Band	$F_0 [W/m^2/\mu m]$
1	1943.3
2	1813.7
3	1562.3
4	1076.5

Sumber: Hiroshi Murakami and et al (2007)

2.6.3 Pemotongan Citra (*Cropping*)

Pemotongan citra dilakukan untuk membatasi daerah penelitian sehingga penelitian dapat

terfokuskan pada area yang perlu saja dan memperkecil memori penyimpanan sehingga mempercepat proses pengolahan data. *Cropping* bisa dilakukan untuk data spasial maupun data spektral.

2.6.4 NDVI

Danoedoro (1996), dikatakan bahwa Indeks vegetasi merupakan suatu algoritma yang diterapkan terhadap citra (biasanya multi saluran), untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, *Leaf Area Index* (LAI), konsentrasi klorofil, dan sebagainya. Atau lebih praktis, indeks vegetasi adalah merupakan suatu transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus untuk menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan aspek-aspek yang berkaitan dengan vegetasi.

Salah satu transformasi indeks vegetasi yang digunakan adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang merupakan kombinasi antara teknik penisbahan dan pengurangan citra antara saluran infra merah dekat dan saluran merah (Amran, 2000). NDVI mampu menunjukkan aspek kerapatan vegetasi (Danoedoro, 1996).

Analisis zonasi kerapatan mangrove dilakukan berdasarkan hasil perhitungan NDVI menggunakan kanal 4 (infra merah) dan 3 (merah). Pemilihan ini didasarkan pada suatu pertimbangan kesederhanaan dan kemudahan operasional. Berikut ini adalah rumus NDVI (Dewanti, 1999):

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (5)$$

Dimana, nilai reflektan *band* spektral inframerah dekat (NIR) dan nilai reflektan *band* spektral merah (RED).

Nilai rasio digital untuk mangrove haruslah tinggi mengingat band 4 adalah saluran infra merah dekat dengan pantulan tinggi serta band 3 adalah saluran merah dengan penyerapan tinggi (pantulan rendah). Makin rapat vegetasi mangrove maka nilai pantulan pada saluran infra merah dekat makin tinggi dan nilai pantulan pada kanal merah makin rendah. Dengan demikian, makin rapat tutupan kanopi vegetasi, maka nilai NDVI nya akan semakin besar (Amran, 2000).

Sumbu kecerahan berkaitan dengan variasi pantulan tanah. Sumbu kehijauan berhubungan dengan variasi pantulan vegetasi hijau. Sumbu kebasahan berkaitan dengan kelembapan tanah, pada umumnya mangrove jenis *Avicennia spp* dan *Sonneratia spp* mempunyai nilai NDVI relatif rendah dibanding dengan *Rhizophora spp* dan *Bruguiera spp*.

Hal tersebut banyak dipengaruhi oleh bentuk, ukuran, kerapatan, warna daun, maupun asosiasi dengan tumbuhan bawah yang menutup permukaan lahan (Dewanti, 1999). Tingkat kerapatan kanopi dan nilai indeks vegetasi tersebut adalah sebagai berikut:

- i. ≤ 20 % (sangat jarang), kisaran nilai NDVI $> 0,01$ sampai $0,18$,
- ii. $21-40$ % (jarang), kisaran nilai NDVI $0,18$ sampai $0,32$,
- iii. $41-60$ % (sedang), kisaran nilai NDVI $0,32$ sampai $0,42$,
- iv. $61-80$ % (lebat), kisaran nilai NDVI $0,42$ sampai $0,47$,
- v. ≥ 80 % (sangat lebat), kisaran nilai NDVI $\geq 0,47$.

Dengan pendekatan rasio antara kelas mangrove lebat dengan mangrove jarang berarti

makin tinggi nilai rasio tersebut (nilai max = 1), maka makin baik kualitas mangrove setempat (Dewanti, 1999).

2.6.5 Strength of Figure

Penentuan posisi dan jumlah titik kontrol tanah sangat mempengaruhi hasil *strength of figure* yang juga berpengaruh pada tingkat ketelitian citra tersebut. *strength of figure* adalah tingkat kekuatan geometrik dari rangkaian segitiga yang menentukan penyebaran kesalahan dalam perataan jaringan. Kekuatan geometrik dicerminkan dengan harga *strength of figure* yang paling kecil, hal ini akan menjamin ketelitian yang merata pada seluruh jaringan (Agus Darpono dan Alam, 2004).

Ada beberapa parameter dan kriteria yang dapat digunakan untuk menentukan konfigurasi jaringan yang baik. Salah satunya dengan persamaan yang menggambarkan tingkat ketelitian dari koordinat titik-titik dalam jaringan. Dengan mengasumsikan faktor variansi aposteriori sama dengan satu serta ketelitian vektor *baseline* koordinat yang homogen dan independen antar komponennya, satu bilangan untuk memprediksi kekuatan jaring dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\text{Strength of Figure} = [\text{Trace}(A^T A)^{-1}] / U \quad (6)$$

Dimana U adalah Jumlah parameter yang dipengaruhi oleh jumlah titik kontrol yang digunakan dan *trace* adalah jumlah elemen diagonal dari suatu matrik.

Semakin kecil nilai bilangan faktor kekuatan jaring maka akan semakin baik konfigurasi jaringan, dan sebaliknya (Abidin, 2002).

2.6.6 Penentuan Jenis Mangrove

Penentuan jenis mangrove dalam satu lokasi ditentukan dengan cara transek 10 x 10 m, hal yang

dilakukan pada saat transek adalah menghitung jumlah setiap jenis mangrove yang ada dilokasi tersebut dari ukuran besar hingga ukuran kecil (anakan mangrove), lebar diameter pohon dalam menghitung lebar diameter pohon jika satu pohon memiliki 4 ranting maka diukur keseluruhan ranting tersebut dimana diameter yang diukur setinggi orang dewasa tetapi untuk anakan mangrove diukur yang terdekat dengan daun dan yang terakhir diukur tinggi pohon. Berikut ini rumus yang digunakan dalam penentuan jenis mangrove Mitchell K (2001):

a. Kerapatan Absolut

Kerapatan absolut didefinisikan sebagai jumlah pohon per satuan luas. Hal ini biasanya dinyatakan sebagai jumlah pohon per hektar, namun pada penelitian ini bukan jumlah pohon per hektar namun tetapi jumlah pohon per 100 m².

$$KA = \text{Jumlah Pohon} / 100 \text{ m}^2 \quad (7)$$

b. Kerapatan Relatif

Kerapatan relatif adalah proporsi pengamatan spesies kali 100 untuk membuat presentase, jadi

$$KR = \frac{\text{Jumlah Pohon per Spesies}}{\text{Jumlah Total Pohon per Area}} \times 100 \quad (8)$$

c. Penutup Absolut atau Dominasi tiap Spesies

Langkah pertama adalah untuk menghitung area basal untuk setiap pohon sampel, pengorganisasian data oleh spesies. Daerah basal untuk setiap pohon yang diperoleh menggunakan rumus:

$$\text{Basal Area} = \pi d^2 / 4 \quad (9)$$

Jika pohon memiliki beberapa batang, daerah basal untuk setiap batang harus dihitung secara terpisah dan hasilnya dijumlahkan.

$$\text{Penutup} = \frac{\text{Rata-rata Basal Area} \times \text{Jumlah}}{\text{pohon per Spesies}} \quad (10)$$

Selanjutnya, menentukan penutup keseluruhan atau bidang dasar pohon dalam sampel oleh spesies, dan kemudian menghitung luas basal rata-rata untuk masing-masing spesies. Hati-hati ketika menghitung sarana sebagai jumlah pohon untuk setiap spesies akan berbeda. Penutup absolut (dominasi) dari masing-masing spesies dinyatakan sebagai daerah basal per 100 m². Hal ini diperoleh dengan mengambil jumlah pohon per spesies dan mengalikan dengan daerah basal yang sesuai.

- d. Penutup Relatif atau Dominasi Relatif tiap Spesies.

Penutup relatif (PR) untuk setiap spesies dibagi dengan total penutup dalam satu area di kali 100, ini untuk mengekspresikan hasil sebagai persentase.

$$PR = \frac{\text{Total Basal Area per Spesies}}{\text{Total Basal Area per Area}} \times 100 \quad (11)$$

- e. Frekuensi Relatif (FR)

Untuk menormalkan suatu fakta bahwa frekuensi relatif berjumlah kurang dari 100%, relatif frekuensi dihitung. Hal ini didefinisikan sebagai berikut:

$$FR = \frac{\text{Jumlah Pohon per Spesies}}{\text{Total Jumlah Pohon per Area}} \times 100 \quad (12)$$

- f. Nilai Penting (NP)

Nilai pentingnya spesies didefinisikan sebagai jumlah dari tiga ukuran relatif:

$$NP = KR + PR + FR \quad (13)$$

Nilai penting dapat berkisar 0-300.

2.6.7 Korelasi Menggunakan Metode Regresi Linier Sederhana

Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur kekuatan asosiasi (hubungan) linear antara dua variabel. Korelasi tidak menunjukkan hubungan fungsional atau dengan kata lain, analisis korelasi tidak membedakan antara variabel dependen dengan variabel independen. Pendekatan korelasi menggunakan persamaan regresi linier sederhana dapat dituliskan sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x) \cdot (\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2 \quad n(\sum y^2) - (\sum y)^2} \quad (14)$$

Rumus diatas merupakan fungsi korelasi dari regresi linier sederhana. Dimana n adalah jumlah variabel, x adalah nilai variabel X dan y adalah nilai variabel Y dan r adalah hubungan variabel X dengan variabel Y (Furqon, 1999).

Menurut Sugiyono (2007) pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi sebagai berikut:

- 0,00 - 0,199 = sangat rendah
- 0,2 - 0,399 = rendah
- 0,4 - 0,599 = sedang
- 0,6 - 0,799 = kuat
- 0,80 - 1,000 = sangat kuat

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian oleh Ahmad Kurniawan (2002) melakukan penelitian di wilayah pesisir Surabaya ini merupakan salah satu bentuk pengaplikasian teknologi penginderaan jauh dengan memanfaatkan citra Landsat tahun 2002 dan SPOT tahun 2002 untuk mengidentifikasi hutan mangrove, luas dan kerapatannya. Untuk citra Landsat menggunakan klasifikasi

terawasi dan algoritma Cresshour untuk identifikasi hutan mangrove dan mengetahui luasnya menggunakan NDVI dan algoritma Cresshour. Pada citra SPOT menggunakan klasifikasi terawasi dalam mengidentifikasi dan mengetahui luas dan kerapatannya menggunakan NDVI.

Secara garis besar metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menginterpretasikan citra landsat tahun 2002 dan citra SPOT tahun 2002 berdasarkan tujuh kunci interpretasi. Kemudian dilakukan *overlay* dengan Peta Rupa Bumi Bali terbitan BAKOSURTANAL dengan skala 1:25.000 untuk membantu mengklasifikasikan unsur-unsur vegetasi.

Jumlah titik GCP yang digunakan untuk koreksi geometrik sebanyak 10 titik. Koreksi Geometrik sudah benar jika nilai *RMS Error* kurang atau sama dengan satu piksel (Purwadhi, 2001), artinya citra tersebut sudah terkoreksi secara geometrik. Klasifikasi menggunakan metode klasifikasi terawasi, citra Landsat tahun 2002 dan Spot tahun 2002 dikelompokkan menjadi 7 kelas. Kelas-kelas tersebut adalah kelas mangrove, kelas awan, kelas tambak, kelas pemukiman, kelas sawah, kelas lading dan kelas laut. Sedangkan klasifikasi menggunakan Cresshour citra satelit Landsat hanya dikelompokkan 2 kelas saja yaitu kelas kawasan mangrove dan kelas kawasan bukan mangrove.

Dari hasil pengolahan citra Landsat dan Spot didapatkan kerapatan mangrove yang dikelaskan menjadi 4 kelas yaitu tidak bervegetasi, vegetasi dengan kerapatan jarang, vegetasi dengan kerapatan sedang dan vegetasi dengan kerapatan rapat. Pengambilan data lapangan menggunakan metode Transek dengan luas daerah pengambilan sampel 5 x 5 meter. Pengambilan sampel sebanyak 20 Transek.

Penelitian terdahulu juga dilakukan oleh Tyas Eka Kusumaningrum (2009) di wilayah pesisir Surabaya ini merupakan salah satu bentuk pengaplikasian teknologi penginderaan jauh dengan memanfaatkan citra ALOS

AVNIR-2 dan kamera Inframerah untuk mendapatkan korelasi antara hasil nilai NDVI citra ALOS dengan nilai *Spektral Ground* menggunakan kamera inframerah serta mendeteksi dan menganalisa kondisi kesehatan vegetasi mangrove secara cepat dengan menggunakan nilai NDVI pada teknologi penginderaan jauh dengan citra ALOS.

Secara garis besar metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menginterpretasikan citra ALOS AVNIR-2 berdasarkan tujuh kunci interpretasi. Kemudian dilakukan *overlay* dengan Peta Rupa Bumi Indonesia terbitan BAKOSURTANAL untuk membantu mengklasifikasikan unsur-unsur vegetasi.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit ALOS AVNIR-2 tahun 2009. Jumlah titik GCP yang digunakan untuk koreksi geometrik sebanyak 14 titik. Koreksi Geometrik sudah benar jika nilai *RMS Error* kurang atau sama dengan satu piksel (Purwadhi, 2001), artinya citra tersebut sudah terkoreksi secara geometrik. Dalam menentukan tingkat kesehatan vegetasi mangrove di daerah penelitian, digunakan algoritma Indeks Vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Dari data indeks vegetasi pada citra dan data *spectral Ground*, diambil 35 titik sampel secara acak, pengambilan sampel ini menyebar pada masing-masing kelas indeks vegetasi yang selanjutnya akan diperoleh data tabulasi antara indeks vegetasi pada citra dengan data *Spectral Ground*. Dari data tabulasi tersebut akan dihitung nilai korelasinya. Klasifikasi yang digunakan data penginderaan jauh multispektral yang berbasis numerik. Peta yang diperoleh dalam penelitian ini adalah peta kesehatan vegetasi mangrove.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Berdasarkan pembagian administratif pemerintahan, kawasan Estuari Perancak berada di dua kecamatan yaitu Kecamatan Negara dan Kecamatan Jembrana, Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. Kecamatan Negara terdiri dari 4 Kelurahan dan 8 Desa sedangkan Kecamatan Jembrana terdiri dari 4 Kelurahan dan 6 Desa. Batasan wilayah penelitian ini hanya terbatas pada tiga desa, yaitu Desa Pengambangan, Desa Budeng dan Desa Perancak. Luas total Kecamatan Jembrana adalah 9.397 ha (BPS Jembrana, 2007). Estuari Perancak secara geografis terletak antara 8° 22' 30" LS sampai 8° 24' 18" LS dan 114° 36' 18" BT sampai 114° 38' 31,2" BT.



☐ Lokasi Penelitian

Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian di Estuari Perancak

Sumber: Nandi, 2011

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

- a. Data citra ALOS AVNIR-2 dan Landsat 8.

Citra ALOS AVNIR-2 tahun 2007 dan 2011 diperoleh dari *Center for Remote Sensing and Ocean Science* (CReSOS), Universitas Udayana Bali dan citra satelit Landsat tahun 2015 yang diperoleh dari web USGS, ketiga data citra ini digunakan untuk pemetaan penyebaran mangrove di Estuari Perancak. Data yang dibutuhkan multitemporal karena untuk melihat aliran atau pola hidrologi di wilayah estuari perancak, citra ALOS AVNIR-2 ini digunakan untuk melihat pola hidrologi jauh sebelum dilakukan penelitian ini dan citra Landsat 8 ini digunakan untuk melihat pola hidrologi pada saat dilakukan penelitian atau melihat hasil citra dengan kondisi dilapangan.

- b. Peta Rupa Bumi Delodbaleagung dan Munduk

Peta yang diterbitkan BAKOSURTANAL dengan skala 1:25.000 yang digunakan sebagai acuan koreksi geometrik citra Landsat 8 dan untuk acuan dalam pemotongan citra berdasarkan batas administrasi Estuari Perancak.

- c. Data karakteristik mangrove

Data ini digunakan untuk identifikasi jenis dari pohon mangrove dan karakteristik dari masing-masing kelompok mangrove, seperti habitat, letak dan ciri-cirinya.

- d. Data Pasang Surut tahun 2007, 2011 dan 2015.

Prediksi pasang surut yang diperoleh dari Balai Penelitian dan Observasi Laut (BPOL), data ini digunakan untuk melihat berapa kali mangrove mengalami genangan dalam satu bulan dan berapa lama genangan dalam satu kali genangan. Lama genangan hutan mangrove akan mempengaruhi tingkat kesuburan hutan mangrove itu sendiri.

- e. Data Parameter Pola Hidrologi dan Unsur Ekosistem Mangrove

Data yang digunakan untuk identifikasi pola hidrologi sekitar tempat tumbuh mangrove yaitu data pasang surut dan sedimentasi, serta unsur ekosistem mangrove yaitu salinitas, ph, dan nitrat. Data pasang surut digunakan untuk melihat kondisi hutan mangrove yang tergenang saat pasang tertinggi dan yang tidak tergenang saat surut serta untuk melihat dalam satu bulan hutan mangrove berapa kali mengalami genangan pada saat air laut mengalami pasang. Didalam sedimen terdapat nilai nitrat yang berpengaruh terhadap zonasi hutan mangrove. Ketersediaan hara dan bahan organik akan meningkat apabila substrat lumpur semakin tebal, zat hara pada substrat menjadi sangat penting terutama pada pertumbuhan meningkat.

- f. Data lapangan hasil *ground control* dan *ground truth*

Data yang diperoleh dari lapangan ini ada tiga yaitu data koordinat *ground control point* yang digunakan untuk koreksi radiometrik, pengambilan foto hutan mangrove menggunakan kamera untuk mendapatkan nilai *digital number* yang nantinya akan dicocokkan dengan *nilai digital number* pada citra, dan terakhir data parameter pola hidrologi dan unsur ekosistem mangrove.

3.2.2 Peralatan

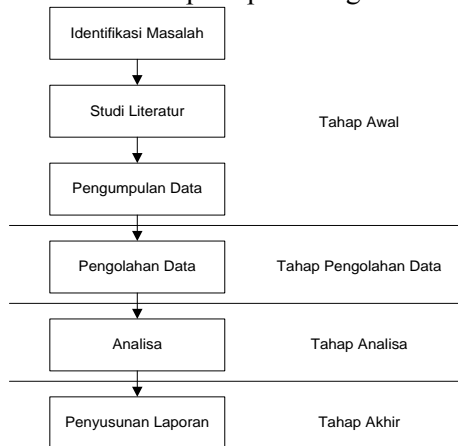
Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Perangkat Keras
 - I. Laptop/PC.
 - II. Kamera Digital
 - III. *GPS Handheld*
- b. Perangkat Lunak
 - I. Sistem Operasi *Windows 7*
 - II. *Microsof Office 2013*
 - III. Perangkat lunak pengolahan citra.

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tahap Penelitian

Secara garis besar tahapan dari penelitian yang direncanakan adalah seperti pada diagram alir berikut:



Gambar 3. 2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Dari diagram alir diatas memiliki penjelasan sebagai berikut:

- a. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan yang ada di daerah Estuari Perancak. Permasalahan yang dapat diambil untuk penelitian ini adalah bagaimana persebaran hutan mangrove

dan pola hidrologi di wilayah Estuari Perancak, Kab. Jembrana, Bali.

b. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini direncanakan melakukan dua kegiatan, yaitu:

i. Studi Literatur

Kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu mengenai penginderaan jauh, mangrove, pemetaan, manfaat mangrove untuk daerah sekitar dan literatur lain yang berhubungan baik dari buku, jurnal, majalah, media masa, internet maupun sumber lainnya.

ii. Pengumpulan Data

Proses ini dilakukan untuk menghimpun data yang diperlukan yaitu citra ALOS AVNIR2 tahun 2011 dan 2007 serta Landsat 8 tahun 2015, Peta RBI Munduk dan Delod baleagung skala 1:25.000, serta data pendukung lainnya seperti data pasang surut, sedimentasi, pH, salinitas, nitrat di wilayah Estuari Perancak.

c. Tahap Pengolahan

Pada tahapan ini dilakukan pengolahan dari data-data yang telah dihimpun untuk selanjutnya dilakukan analisa.

d. Tahap Analisa

Tahap ini dilakukan untuk menganalisa penyebaran mangrove berdasarkan pola hidrologi hutan mangrove kemudian didapatkan hasil dan simpulan yang dapat digunakan dalam penyusunan tugas akhir.

e. Tahap Akhir

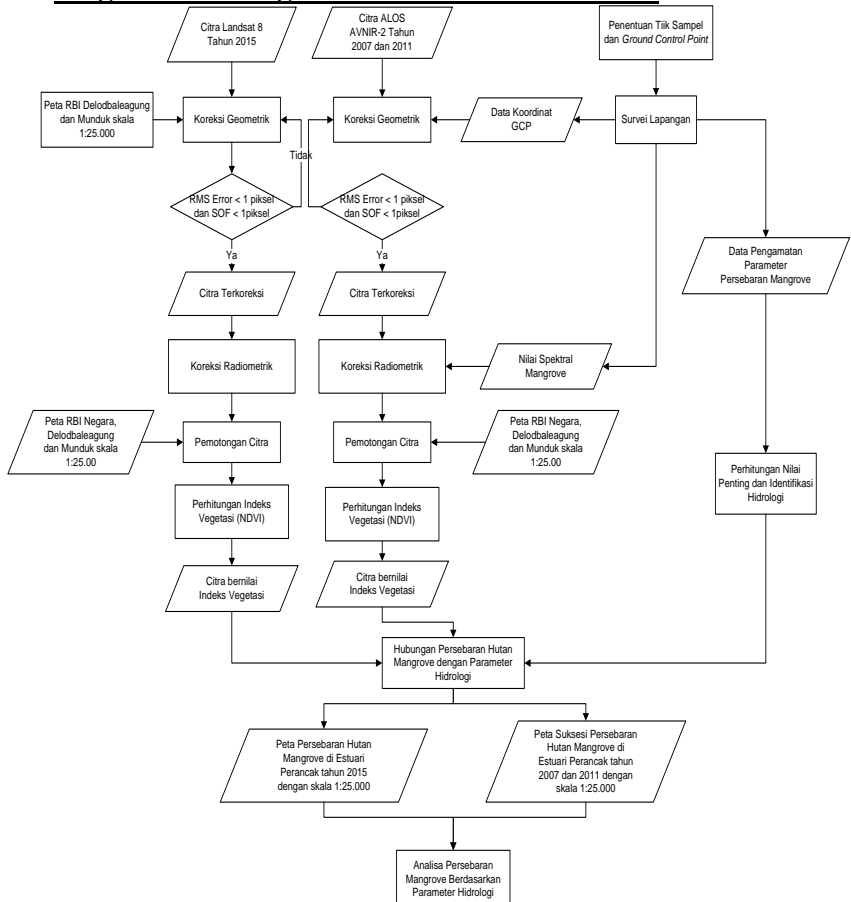
Tahap akhir dari penelitian ini adalah penyusunan laporan tugas akhir.

3.3.2 Pengambilan Data Lapangan

Penelitian ini menggunakan transek yang berukuran 10 x 10 m sebanyak 13 buah yang dilakukan pada tanggal 27-28 Februari 2015, pada bulan ini musim penghujan. Transek ini digunakan untuk menentukan jenis mangrove yang dominan dalam satu area. Dalam satu transek dihitung jumlah pohon per spesies, diameter pohon setinggi orang dewasa dan tinggi pohon. Apabila dalam satu pohon memiliki banyak ranting yang tingginya setinggi orang dewasa maka semua ranting tersebut dihitung diameternya. Pengambilan data koordinat setiap lokasi yang ditransek dan diambil gambar kanopi daun untuk koreksi radiometrik. Alat yang digunakan dalam transek ini yaitu tali raffia 4 x 10 m sebanyak 13 buah, roll meter 30 m, *GPS Handheld*, kamera digital.

Pengambilan sampel air dilakukan pada tanggal 2 Maret 2015 pukul 10.00 – 11.45 WITA pada saat air laut pasang dengan tujuan sampel yang diambil benar-benar di lokasi transek. Pengambilan sampel air untuk mengetahui nilai pH, salinitas, kadar nitrat dan TSS. Semua parameter diukur, dihitung dan dianalisa di Laboratorium Kualitas Perairan, Bali. Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel yaitu *Cool Box* 1 buah, *Blue Ice* 4 buah, botol Polietilen 500ml sebanyak 13 buah.

3.4 Diagram Alir Pengolahan Data untuk Pemetaan



Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengolahan Data untuk Penyebaran Mangrove

Penjelasan dari diagram alir pengolahan data adalah sebagai berikut:

- Data yang digunakan pada penelitian ini adalah citra ALOS AVNIR-2 tahun 2007 dan 2011 serta citra

Landsat 9 tahun 2015 dari kedua data ini diperoleh informasi nilai indeks vegetasi dan pola hidrologi wilayah Estuari Perancak.

- b. Pembetulan citra secara geometrik sehingga proyeksi peta dan sistem koordinat yang digunakan sesuai dengan dunia nyata. Koreksi Geometrik pada citra dengan bantuan pengambilan titik *Ground Control Point* (GCP) dilapangan menggunakan *GPS handheld* untuk citra ALOS AVNIR-2 sedangkan acuan untuk citra Landsat 8 menggunakan peta RBI skala 1:25.00 karena resolusi citra landsat 8 yang kecil. Titik – titik GCP lebih dari 4 buah agar nilai RMS Error yang di dapatkan kurang dari 1 piksel. Apabila nilai RMS Error masih melebihi nilai 1 piksel maka harus dilakukan koreksi geometrik ulang, sehingga akan didapatkan citra yang bergeoreferensi. Dalam melakukan koreksi geometrik citra tersebut hasil dari perhitungan SOF (*Strenght of Figure*) harus mendekati nol ($SOF \approx 0$) dan *Root Mean Square Errors* (RMSE) harus lebih kecil dari 1 pixel ($RMSE < 1 \text{ pixel}$).
- c. Koreksi Radiometrik untuk memperbaiki nilai piksel agar sesuai dengan yang seharusnya yang biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama (Soenarmo, 2009), dan juga untuk menghilangkan atau meminimalisir kesalahan radiometrik akibat aspek eksternal berupa gangguan atmosfer pada saat proses perekaman. Koreksi radiometrik pada kedua citra dengan bantuan nilai *digital number* mangrove yang diambil di lapangan menggunakan kamera.
- d. Data citra ALOS AVNIR2 tahun 2007 dan 2011 serta citra Landsat 8 tahun 2015 dilakukan cropping sesuai dengan batasan administrasi Estuari Perancak.
- e. Melakukan pengolahan indeks vegetasi NDVI dengan cara memasukkan algoritma indeks vegetasi. Kemudian

- melakukan pengelompokan indeks vegetasi sesuai dengan nilai NDVI titik – titik di lapangan.
- f. *Ground truth* ini dilakukan untuk pengambilan koordinat GCP dilapangan, pengambilan sampel untuk mengetahui nilai parameter hidrologi dan unsur ekosistem mangrove dan pengambilan gambar hutan mangrove untuk mengetahui nilai *digital number* hutan mangrove dan kemudian dicocokkan dengan nilai pada citra.
 - g. Perhitungan nilai penting data transek 10 x 10 m dan identifikasi parameter hidrologi.
 - h. Membuat korelasi persebaran hutan mangrove dengan parameter hidrologi menggunakan regresi linier kuadratik antara nilai penting dengan NDVI dan NDVI dengan pH, salinitas, TSS dan Nitrat.
 - i. Membuatan layout peta sesuai dengan kaidah kartografi. Kemudian didapatkan peta persebaran hutan mangrove tahun 2015 dan peta suksesi persebaran hutan mangrove tahun 2007 dan 2011 yang siap di analisa, citra Landsat 8 dan ALOS AVNI-2 memiliki resolusi spektral yang berbeda oleh karenanya data citra ini tidak bisa digabung dan menghasilkan dua peta.
 - j. Analisa persebaran mangrove dilihat dari hidrologi berdasarkan parameter fisik (pasang surut, sedimentasi, salinitas, pH) dan parameter kimia (nitrat).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

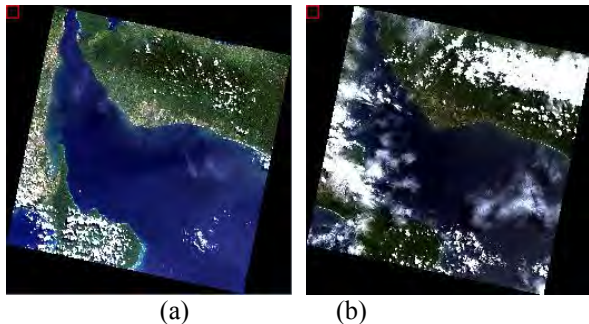
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

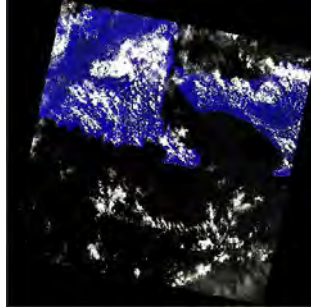
4.1.1 Data Citra

Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Citra Landsat 8 wilayah Jembrana dengan nama file LC81170662015048LGN00, tanggal perekaman 17 Februari 2015.
- b. Citra ALOS AVNIR-2 wilayah Jembrana dengan nama file 0000009731_001001_ALAV2A275553770, tanggal perekaman 28 Maret 2011.
- c. Citra ALOS AVNIR-2 wilayah Jembrana dengan nama file 0000009732_001001_ALAV2A067543770, Citra ALOS AVNIR-2 2 Mei 2007.



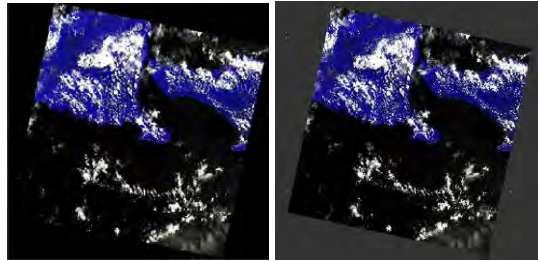
Gambar 4. 1 *Raw Data* Citra ALOS AVNIR-2 (a) tahun 2007 dan (b) tahun 2011



Gambar 4. 2 *Raw Data* Citra Landsat 8 tahun 2015

4.1.2 Koreksi Geometrik

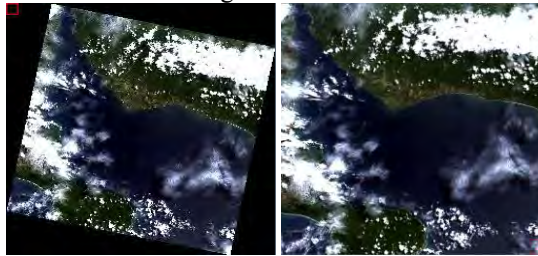
Citra satelit Landsat 8 dengan resolusi spasial 30 meter tanggal 17 Februari 2015, citra satelit ALOS AVNIR-2 dengan resolusi 10 meter tanggal 28 Maret 2011 dan 2 Mei 2007 dikoreksi secara *image to image* dengan menggunakan pertampalan peta vektor hasil digitasi peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Negara dan peta Rupa Bumi Indonesia Delodbaleagung skala 1:25.000. Sistem proyeksi yang dipakai adalah system *Universal Transverse Mercator* (UTM) zona 50 S, dengan datum *World Geodetic System* (WGS) 1984. *Ground Control Point* (GCP) dipilih pada daerah persimpangan jalan dan pecabangan sungai. Hal ini dilakukan karena daerah tersebut lebih mudah untuk diidentifikasi. Dari hasil pelaksanaan koreksi geometrik citra satelit tahun Landsat 8 tahun 2015, citra satelit ALOS AVNIR-2 tahun 2011 dan 2007 menggunakan 13 titik *GCP*, nilai kesalahan *Root Mean Square* (RMS) adalah 0.304967, 0.213263, 0,233672 piksel. Sehingga hal ini telah masuk toleransi yang disyaratkan yaitu kurang dari 1 piksel (Purwadhi, 2001).



(a)

(b)

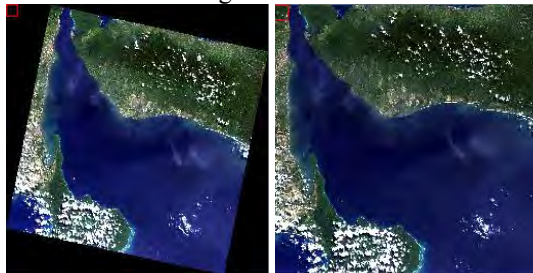
Gambar 4.3 (a) Citra Landsat 8 tahun 2015 sebelum dilakukan koreksi geometrik dan (b) sesudah di koreksi geometrik



(a)

(b)

Gambar 4.4 (a) Citra ALOS AVNIR-2 tahun 2011 sebelum dilakukan koreksi geometrik dan (b) sesudah di koreksi geometrik



(a)

(b)

Gambar 4.5 (a) Citra ALOS AVNIR-2 tahun 2007 sebelum dilakukan koreksi geometrik dan (b) sesudah di koreksi geometrik

Tabel 4.1 Nilai Total RMSE Landsat 8 tahun 2015

Titik	Base		Warp		Predict		Error		RMS
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	Error
1	4795.00	2815.00	4795.00	2815.00	4794.88	2814.91	-0.12	-0.09	0.15
2	4715.00	2835.00	4715.00	2835.00	4715.10	2835.00	0.10	0	0.10
3	4761.00	2820.25	4761.00	2820.00	4760.93	2820.19	-0.07	0.19	0.20
4	4839.25	2822.00	4839.25	2822.00	4839.09	2821.87	-0.16	-0.13	0.21
5	4784.00	2836.00	4784.00	2836.00	4783.95	2835.93	-0.05	-0.07	0.08
6	4884.75	2826.00	4884.00	2826.00	4884.51	2825.83	0.51	-0.17	0.54
7	4948.00	2814.25	4948.00	2814.00	4947.74	2814.02	-0.26	0.02	0.26
8	4945.00	2748.50	4945.50	2748.50	4945.68	2748.25	0.18	-0.25	0.31
9	4818.00	2744.25	4818.00	2744.25	4817.78	2744.09	-0.22	-0.16	0.27
10	4682.75	2755.75	4682.00	2755.75	4682.18	2755.69	0.18	-0.06	0.19
11	4654.75	2801.25	4654.75	2801.25	4654.61	2801.27	-0.14	0.02	0.14
12	4724.50	2785.25	4724.00	2785.25	4724.24	2785.19	0.24	-0.06	0.25
13	4907.25	2781.75	4907.00	2781.00	4907.17	2781.54	0.17	0.54	0.57
Total RMS Error									0.25

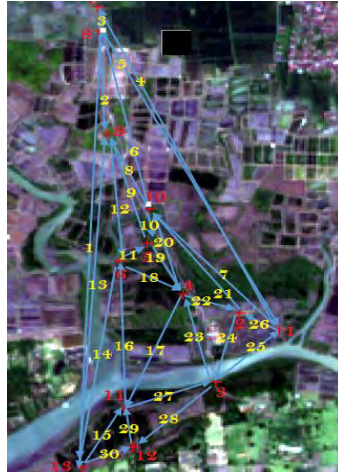
Tabel 4.2 Nilai Total RMSE ALOS AVNIR-2 Tahun 2011

Titik	Base		Warp		Predict		Error		RMS Error
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
1	3383.50	2745.25	3383.00	2745.00	3383.41	2745.24	0.41	0.24	0.47
2	3164.50	2844.75	3164.50	2844.75	3164.45	2844.72	-0.05	-0.03	0.06
3	3286.50	2779.75	3586.50	2779.75	3586.43	2779.74	-0.07	-0.01	0.07
4	3513.25	2740.75	3513.25	2740.75	3513.12	2740.75	-0.13	0.00	0.13
5	3358.50	2826.50	3358.50	2826.50	3358.41	2826.50	-0.09	0.00	0.09
6	3655.75	2720.00	3655.00	2720.00	3655.57	2720.00	0.57	0.00	0.57
7	3839.25	2659.25	3839.25	2659.25	3839.99	2659.21	-0.26	-0.04	0.26
8	3767.50	2401.75	3767.00	2401.75	3767.20	2401.07	0.20	0.07	0.21
9	3348.50	2551.75	3348.50	2551.75	3348.44	2551.79	-0.06	-0.04	0.08
10	2989.75	2551.75	2989.75	2551.75	2989.84	2551.96	0.09	0.04	0.10
11	2915.00	2769.00	2915.00	2769.00	2915.04	2768.96	0.04	-0.04	0.06
12	3120.00	2686.00	3120.00	2686.00	3120.00	2686.99	0.00	-0.01	0.10
13	3668.75	2587.5	3668.75	2587.50	3668.54	2587.43	-0.21	-0.07	0.22
Total RMS Error									0.19

Tabel 4.3 Nilai Total RMSE ALOS AVNIR-2 Tahun 2007

Titik	Base		Warp		Predict		Error		RMS Error
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
1	3399.00	2770.25	3399.00	2770.25	3398.00	2770.17	-0.10	-0.08	0.13
2	3192.75	2857.00	3192.00	2857.00	3192.52	2856.94	0.52	-0.06	0.52
3	3280.75	2813.00	3280.75	2813.00	3280.58	2812.93	-0.17	-0.07	0.18
4	3530.25	2765.50	3530.25	2765.50	3530.20	2765.41	-0.05	-0.09	0.10
5	3369.50	2848.75	3369.00	2848.00	3369.35	2848.66	0.35	0.66	0.74
6	3678.00	2735.00	3678.00	2735.00	3678.00	2735.00	0.00	-0.09	0.09
7	3870.00	2685.25	3870.00	2685.00	3870.00	2684.91	0.05	0.18	0.19
8	3788.25	2439.50	3788.25	2439.50	3788.28	2439.58	0.03	0.08	0.08
9	3360.25	2398.75	3360.00	2398.8	3360.34	2398.76	0.09	0.01	0.09
10	3006.25	2575.25	3006.25	2575.00	3006.22	2575.19	0.22	0.19	0.29
11	2914.25	2774.50	2914.25	2774.50	2913.98	2774.47	-0.27	-0.03	0.27
12	3122.00	2689.00	3122.00	2689.00	3121.88	2688.95	-0.12	-0.05	0.13
13	3694.00	2584.00	3694.00	2584.00	3694.02	2583.98	0.02	-0.03	0.03
Total RMS Error									0.22

Selain *RMS Error*, parameter lain yang digunakan dalam melakukan koreksi geometrik ini adalah kekuatan jaring titik kontrol atau biasa disebut *Strength of Figure* (SoF). Desain jaring titik kontrol yang digunakan dalam koreksi geometrik citra sebagai berikut:



Gambar 4.6 Desain Jaringan Titik Kontrol Citra
Hasil perhitungan SoF dari titik-titik GCP di atas

yaitu:

Jumlah *baseline* : 30

Jumlah titik : 13

N_ukuran : Jumlah *baseline* x 3 = 900

N_parameter : Jumlah titik x 3 = 39

U : N_ukuran – N_parameter = 51

Strength of Figure = $[\text{Trace}(A^T A)^{-1}] / U$
= 0.0641

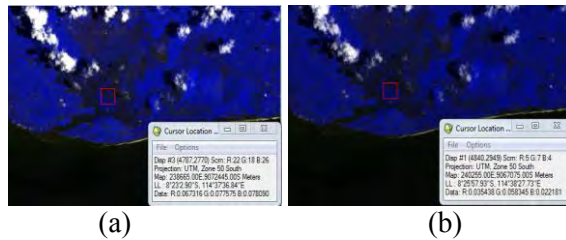
Dari hasil perhitungan nilai kekuatan jaring adalah 0,0641. Dimana semakin kecil bilangan faktor kekuatan jaringan tersebut di atas, maka akan semakin baik konfigurasi jaringan dan sebaliknya (Abidin, 2002).

4.1.3 Koreksi Radiometrik

Tujuan utama dari kalibrasi radiometrik ini adalah untuk mengubah data pada citra yang pada umumnya) disimpan dalam bentuk Digital Number (DN) menjadi reflectance.

Proses konversi *DN* ke reflektan dibutuhkan sebagai nilai inputan pada rumusan algoritma indeks

vegetasi. Sehingga untuk melakukan proses ini digunakan perhitungan yang melibatkan metadata citra. Berikut merupakan hasil konversi *digital number* ke reflektan dari citra Landsat 8 tahun 2015:



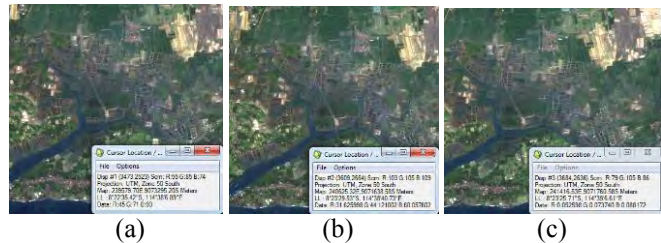
Gambar 4.7 (a) Citra sebelum dikonversi, terlihat masih dalam nilai digital number (b) Citra setelah dikonversi, telah berubah dalam nilai reflektan

Dasar dari dilakukannya proses konversi dari *DN* menjadi reflektan adalah merubah nilai integer tadi menjadi nilai pantulan dalam satuan persen atau perseratus. Misalnya, apabila nilai reflektan diperoleh 0,862, berarti nilai pantulan gelombang yang ditangkap sensor dari objek tersebut adalah sebesar 86.2%.

Untuk koreksi radiometrik citra ALOS AVNIR-2 perlu mengubah *digital number* ke radian baru hasil radian diubah ke reflektan Hasil koreksi radiometrik citra ALOS AVNIR 2 tahun 2011 dapat dilihat pada gambar 4.8 dan citra ALOS AVNIR 2 tahun 2007 disajikan gambar 4.9.



Gambar 4.8 Hasil koreksi radiometrik citra ALOS AVNIR-2 tahun 2011 dalam (a) digital number (b) radian (c) reflektan



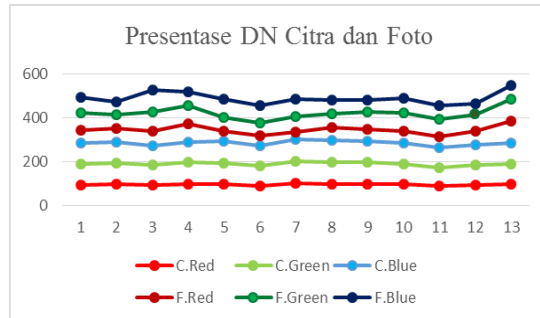
Gambar 4.9 Hasil koreksi radiometrik citra ALOS AVNIR-2 tahun 2007 dalam (a) digital number (b) radian (c) reflektan

Salah satu kegiatan *ground truth* adalah mencocokkan *digital number* dilapangan dengan *digital number* citra.

Tabel 4.4 Nilai *Digital Number* Citra dan Foto

Nama Titik	Presentase Citra			Presentase Foto		
	R	G	B	R	G	B
1	93.859	95.041	95.041	56.863	79.216	72.414
2	95.643	95.643	97.261	61.961	63.137	56.158
3	91.026	91.026	91.644	65.098	85.882	100.000
4	97.415	97.415	94.712	81.176	85.490	60.099
5	96.557	96.557	97.484	47.059	65.098	80.296
6	89.807	89.807	91.028	45.098	61.176	79.803
7	100.000	100.000	100.000	35.686	70.980	76.847
8	98.431	98.431	98.652	60.392	61.569	62.069
9	97.720	97.720	95.307	56.471	76.863	56.158
10	94.740	94.740	94.362	56.078	80.784	66.995
11	86.669	86.669	89.775	49.020	82.353	62.562
12	91.545	91.545	92.621	62.745	76.078	49.261
13	94.740	94.740	94.702	100.000	100.000	63.547

Untuk lebih jelasnya akan dipresentasikan dalam bentuk grafik, dimana untuk membandingkan *digital number* citra dan foto harus diubah dalam persen terlebih dahulu agar memiliki satuan yang sama.



Gambar 4.10 Grafik Presentase *Digital Number* Citra dan foto

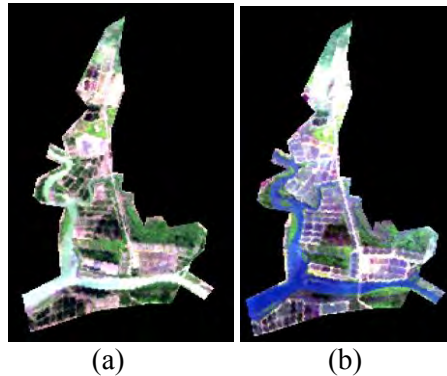
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa perbedaan digital number citra dan foto dari lapangan tidak banyak memiliki perbedaan. Titik 13 yang memiliki perbedaan yang ekstrim ini karena pada citra terdapat sedikit awan tepat pada titik 13.

4.1.4 Pemotongan Citra

Pemotongan citra dilakukan berdasarkan daerah yang terdapat hutan mangrove. Tujuan dari pemotongan citra ini agar penelitian focus pada wilayah studi. Hasil pemotongan citra Landsat 8 dapat dilihat pada gambar 4.11 dan hasil pemotongan citra ALOS AVNIR-2 tahun 2011 dan 2007 dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.11 Hasil Pemotongan citra Landsat 8 tahun 2015

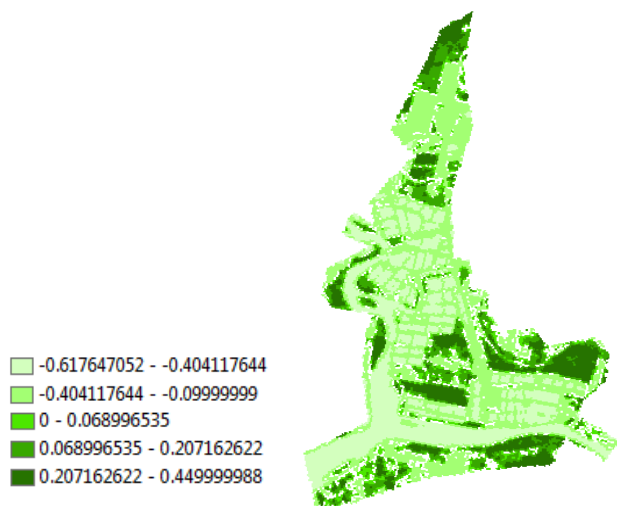


Gambar 4.12 Hasil Pemotongan citra ALOS AVNIR-2 (a) tahun 2011 dan (b) tahun 2007

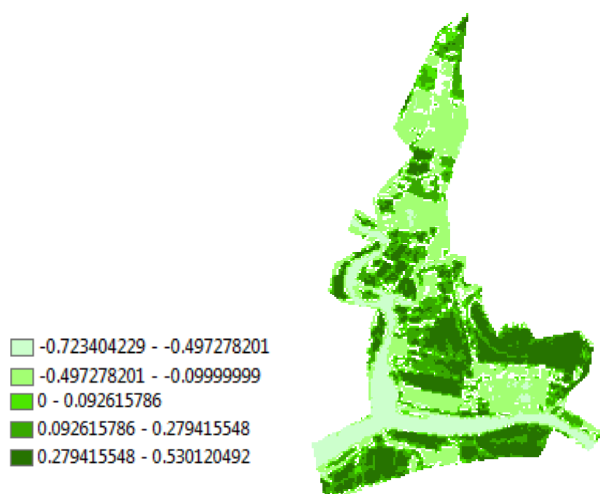
4.1.5 Klasifikasi Hutan Mangrove berdasarkan Nilai NDVI

Variasi nilai indeks vegetasi yang berkisar antara -1 (nilai minimum) dan +1 (nilai maksimum) mencerminkan kondisi, jenis, dan karakteristik vegetasi (Ginting, 2004). Nilai indeks vegetasi bernilai positif apabila permukaan vegetasi lebih banyak memantulkan radiasi pada gelombang panjang inframerah dibandingkan dengan cahaya tampak. Indeks vegetasi yang bernilai nol apabila pemantulan energi yang direkam oleh gelombang cahaya tampak sama dengan gelombang inframerah dekat, sering terjadi di daerah pemukiman, tanah berair, daratan non vegetasi dan awan. Sedangkan indeks vegetasi negatif apabila permukaan awan dan air lebih banyak memantulkan energi gelombang cahaya tampak dibandingkan inframerah dekat (Van Dijk dalam Kushardono, 1992).

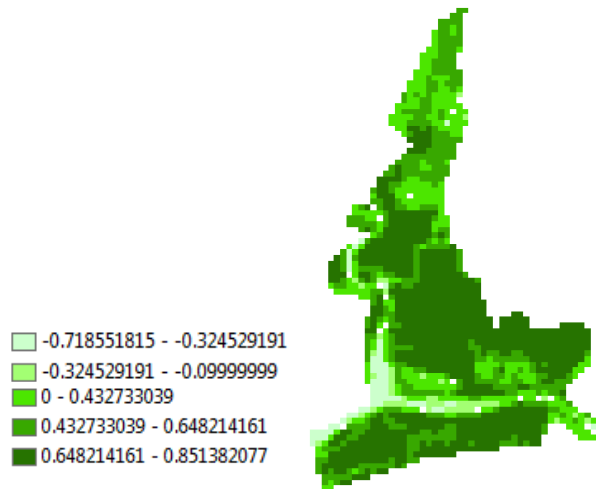
Berikut ini adalah hasil klasifikasi hutan mangrove berdasarkan nilai NDVI dengan metode *Natural Breaks (Jenks)* dalam Dewanti (1999):



Gambar 4.13 Hasil Klasifikasi Citra Landsat-8 tahun 2015



Gambar 4.14 Hasil Klasifikasi Citra ALOS AVNIR-2 tahun 2011



Gambar 4.15 Hasil Klasifikasi Citra ALOS AVNIR-2 tahun 2007

Dari ketiga gambar diatas dapat diliat bahwa kerapatan vegetasi tahun 2007 jarang hal ini menunjukkan bahwa vegetasi mangrove masih berusia 1-2 tahun atau baru ditanami. Pada tahun 2011 kerapatan hutan mangrove sedang yang artinya mangrove sudah tumbuh besar dan rapat, untuk tahun 2007 persebaran hutan mangrove sangat lebat dapat diliat bahwa nilai NDVI berkisar antara 0.68 – 0.851.

4.1.6 Penentuan Jenis Mangrove

Dalam menentukan jenis mangrove yang dominan dalam suatu area digunakan metode transek 10 x 10 meter. Pengambilan data transek dilakukan pada tanggal 28 Februari 2015 pada saat kondisi air laut surut, musim pada bulan Februari tahun 2015 ini adalah musim hujan sehingga dimungkinkan akan mempengaruhi parameter yang ada.

Data yang diambil dalam satu kali transek ini adalah jumlah pohon per spesies, diameter pohon, dan

tinggi pohon. Jumlah pohon dan diameter pohon digunakan untuk melihat seberapa penting spesies tersebut dalam satu area, sedangkan tinggi pohon untuk menganalisa kanopi daun yang terlihat di citra apakah merupakan spesies yang dominan dalam area tersebut, karena bisa saja yang terlihat dicitra bukan spesies yang dominan, hanya karena spesies itu lebih tinggi daripada spesies lain, padahal dimungkinkan ada spesies yang jumlahnya lebih banyak yang berada dibawahnya. Seperti terlihat di transek titik 3, jenis *Sonneratia sp* dengan jumlah 4 lebih dominan daripada *Bruguiera sp* yang berjumlah 48, ini dikarenakan pohon *Sonneratia sp* lebih tinggi dan memiliki banyak ranting yang diameternya lebih lebar daripada *Bruguiera sp*. Untuk lebih jelasnya data yang diambil pada saat transek dalam dilihat dalam lampiran 2.

Dari data transek diatas kemudian dihitung nilai basal area tiap jenis, kerapatan relatif, penutup relatif, frekuensi relatif, dan nilai penting dalam satu area transek 10 x 10 m tersebut. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan untuk Menentukan Jenis Mangrove Dominan

Titik	Jenis mangrove dominan	Jenis mangrove yang ditemukan	Total Basal Area per spesies (cm ²)	Rata-rata Basal Area per spesies (cm ²)	Kerapatan Relatif Spesies (%)	Penutup Relatif Spesies (%)	Frekuensi Relatif Area per Spesies (%)	Nilai Penting Speies (%)
1	<i>Rhizophora</i>	<i>Rhizophora</i>	193.455	2.687	94	67.744	93.506	254.757
		<i>Avicennia</i>	92.114	18.423	6	32.256	6.494	45.243
2	<i>Avicennia</i>	<i>Avicennia</i>	1714.205	244.886	64	99.519	63.636	227
		<i>Rhizophora</i>	8.273	2.068	36	0.48	36.364	73.208
3	<i>Sonneratia</i>	<i>Bruguiera</i>	45.341	0.945	49	2.071	48.979	100.031
		<i>Rhizophora</i>	27.204	9.068	4	0.012	3.947	8
		<i>Avicennia</i>	734.930	36.746	26	33.576	26.316	86
		<i>Sonneratia</i>	1379.398	344.849	5	63.019	5.263	74
		<i>Xylocarpus</i>	1.988	1.988	1	0.091	1.316	3
4	<i>Rhizophora</i>	<i>Rhizophora</i>	129.022	3.487	88	12.254	88.095	188
		<i>Sonneratia</i>	553.875	276.938	5	52.606	4.762	62
		<i>Avicennia</i>	369.966	123.322	7	35.139	7.143	49

5	<i>Rhizophora</i>	<i>Rhizophora</i>	312.614	15.631	7	52.309	7.143	67
		<i>Avicennia</i>	285.011	47.502	23	47.691	23.077	94
6	<i>Rhizophora</i>	<i>Rhizophora</i>	1861.364	26.216	100	100	100	300
7	<i>Bruguiera</i>	<i>Bruguiera</i>	1734.171	49.547	45	99.235	45.455	190
		<i>Acanthus</i>	13.364	0.318	55	0.765	54.545	110
8	<i>Acrostichum Aureum</i>	<i>Acrostichum Aureum</i>	3.818	0.318	100	100	100	300
9	<i>Nypa</i>	<i>Nypa</i>	197.591	0.716	100	100	100	300
10	<i>Bruguiera</i>	<i>Avicennia</i>	1138.295	1138.295 5	2	73.159	1.852	77
		<i>Bruguiera</i>	282.386	7.844	67	18.149	66.667	151
		<i>Rhizophora</i>	135.227	7.955	31	8.691	31.481	72
11	<i>Rhizophora</i>	<i>Rhizophora</i>	963.693	1.924	100	100	100	300
12	<i>Rhizophora</i>	<i>Rhizophora</i>	222.886	2.933	100	100	100	300
13	<i>Rhizophora</i>	<i>Rhizophora</i>	244.125	2.282	100	100	100	300

Semakin tinggi nilai penting suatu spesies, maka semakin besar tingkat penguasaan spesies tersebut pada daerah tertentu. Besar kecilnya nilai penting dipengaruhi oleh jumlah individu yang ditemukan, besar pohon dan ketebalan hutan mangrove (Irwanto dalam Asmara, 2010).

4.1.7 Luas Hutan Mangrove

Dari hasil klasifikasi hutan mangrove dan hasil perhitungan jenis mangrove dominan di wilayah Estuari perancak tahun 2015, 2011 dan 2007 diperoleh luasan sebagai berikut:

Tabel 4.6 Luas Hutan Mangrove

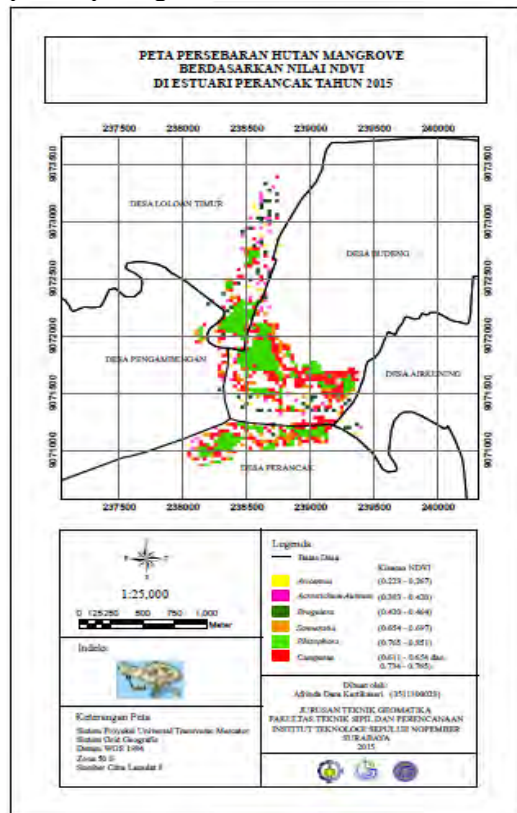
Jenis Mangrove	Luas 2015	Luas 2011	Luas 2007
<i>Rhizophora</i>	257400	264200	216100
<i>Avicennia</i>	18000	-	69800
<i>Sonneratia</i>	70200	42500	-
<i>Bruguiera</i>	38700	70000	61800
<i>Acrostichum</i>	4100	51800	62900
<i>Campuran</i>	262800	112200	98700
<i>Total</i>	651200	540700	509300

Luas hutan mangrove yang setiap tahun meningkat ini dikarenakan sudah tumbuhnya kesadaran masyarakat akan pentingnya hutan mangrove sehingga masyarakat menjaga dan ikut melestarikan hutan mangrove. Sudah tidak banyak ditemukan peralihan hutan mangrove menjadi tambak sehingga hutan mangrove di Estuari Perancak sangat subur.

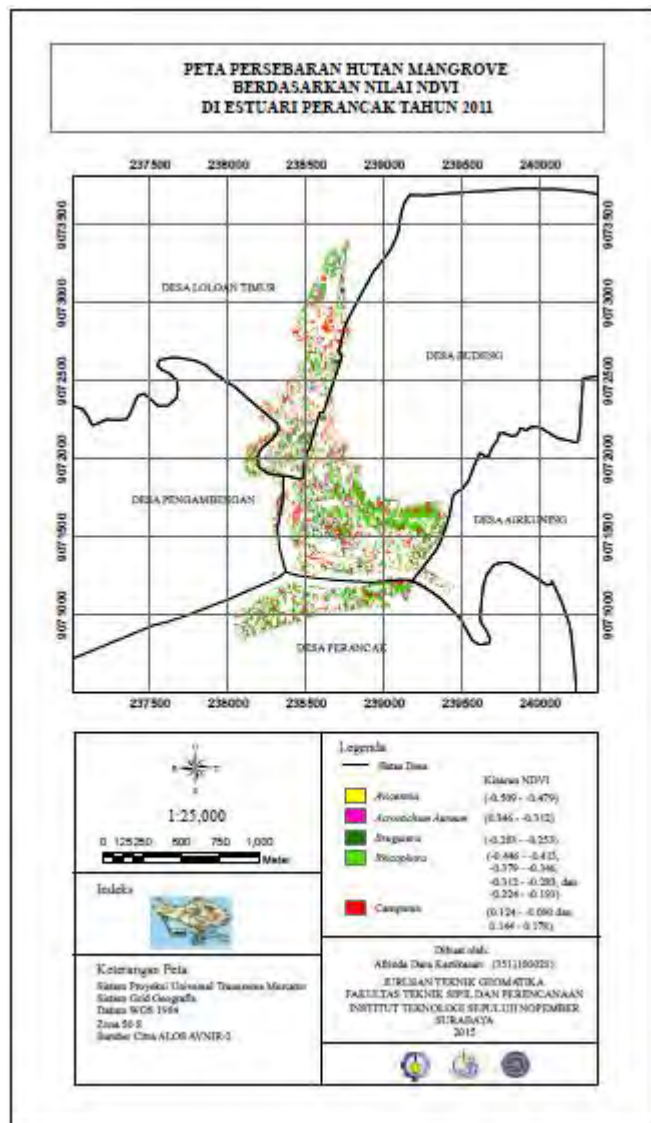
4.1.8 Peta Persebaran Hutan Mangrove Estuari Perancak

Tujuan dari penelitian ini salah satunya adalah pembuatan peta persebaran mangrove tahun 2015, 2011, dan 2007 Estuari Perancak dengan skala 1:25.000 serta peta suksesi hutan mangrove tahun

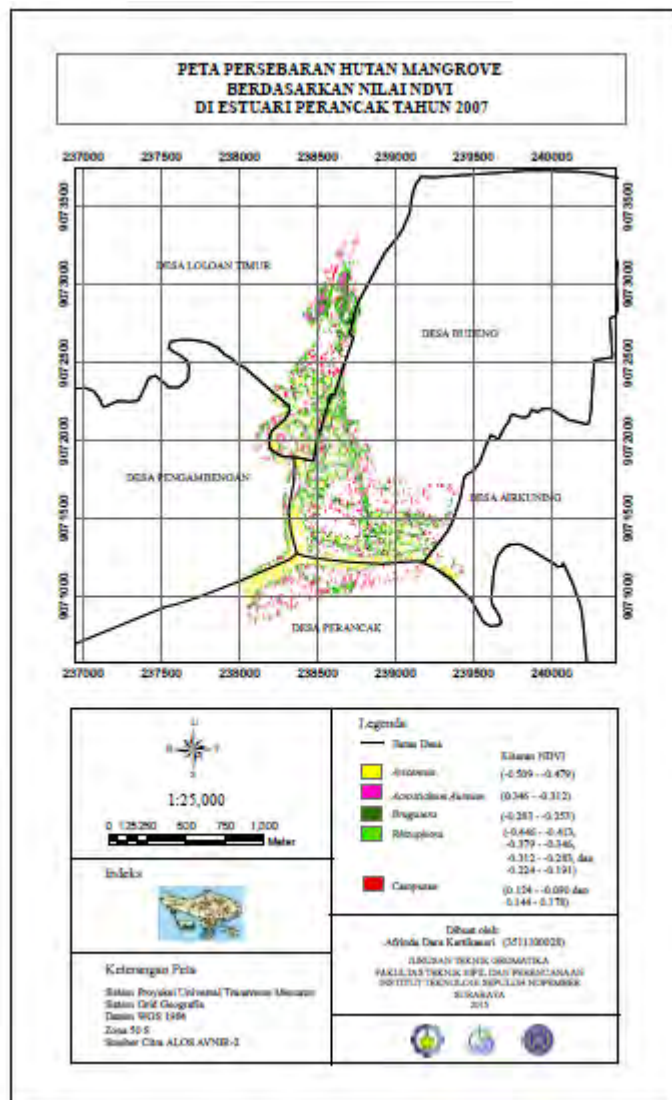
2007-2011 Estuari Perancak dengan skala 1:25.000. Pembuatan peta persebaran hutan mangrove ini didasarkan pada data transek yang kemudian dihitung nilai penting jenis mangrove dalam transek 10 x 10 m untuk mengetahui jenis mangrove yang dominan dalam area transek tersebut, lalu dilihat nilai NDVI di titik itu kemudian dilakukan klasifikasi persebaran hutan mangrove berdasarkan nilai NDVI yang ditampilkan pada gambar dibawah ini.



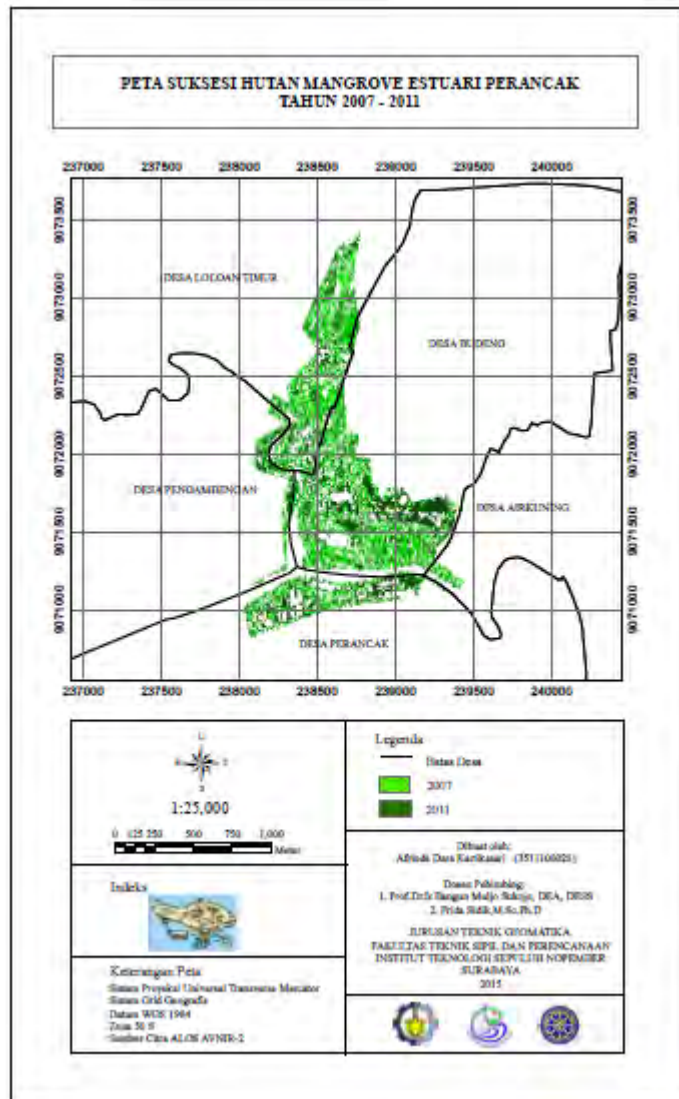
Gambar 4.16 Peta Persebaran Hutan Mangrove tahun 2015



Gambar 4.17 Peta Persebaran Hutan Mangrove tahun 2011



Gambar 4.18 Peta Persebaran Hutan Mangrove tahun 2007



Gambar 4.19 Peta Sukseksi Hutan Mnagrove tahun 2007 dan 2011

4.2 **Pembahasan**

4.2.1 Vegetasi

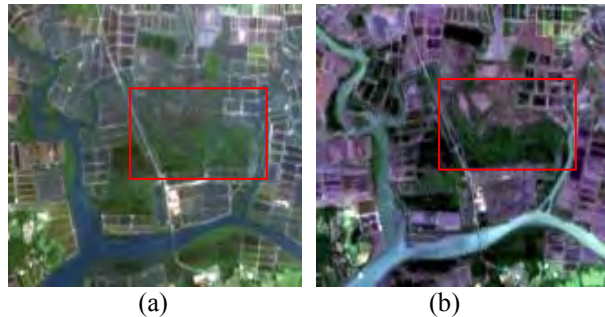
Dari hasil transek 10 x 10 m di Estuari Perancak terdapat 7 jenis mangrove, yaitu *Avicennia*, *Sonneratia*, *Bruguiera*, *Rhizophora*, *Nypa*, *Acrostichum aureum*, *Acanthus*. Luas total hutan mangrove setiap tahun mengalami peningkatan yang tinggi. Pada tahun 2007 samapai tahun 2011 mengalami meningkatan sebesar 31.400 m² dan pada tahun 2011 sampai tahun 2015 mengalami perluasan sebesar 110.500 m². Meningkatnya jumlah hutan mangrove yang tinggi ini dikarenakan diwilayah estuari perancak sudah tidak banyak ditemukan alih fungsi lahan hutan mangrove menjadi tambak, dan yang paling peting adalah munculnya kesadaran masyarakat akan pentingnya hutan mangrove sehingga timbul rasa saling menjaga.

Mangrove yang tumbuh diwilayah estuari sangat berbeda dengan mangrove yang tumbuh didekat pantai, mangrove estuari memiliki keunikan tersendiri, terbukti di wilayah Estuari Perancak ini mangrove tumbuh secara bercampur yang mana dalam satu lokasi terdapat 2 sampai 4 jenis yang berbeda. Jenis mangrove yang paling banyak ditemukan adalah *Rhizophora sp* dan spesies yang paling sedikit adalah *Avicennia sp*. Pada tahun 2011 mangrove jenis *Avicennia sp* tidak muncul di peta, bukan berarti spesies *Avicennia* tidak ada sama sekali namun jenis ini bercampur dengan spesies *Rhizophora* dan *Nypa* dengan jumlah yang relatif sedikit sehingga tertutup oleh *Rhizophora sp* yang berjumlah banyak, sama halnya dengan spesies *Sonneratia* pada tahun 2007 tidak ada namun sebenarnya spesies *sonneratia* bercampur dengan *Rhizophora sp* dan *Nypa*.

4.2.2 Pola Hidrologi

a. Bentuk Morfologi

Wilayah perancak memiliki karakteristik yang khas. Sebagai sebuah estuari yang kondisi badan airnya dipengaruhi oleh asupan air asin dari Selat Bali dan air tawar dari sungai yang bermuara didalamnya, Estuari Perancak berfluktuasi sesuai dengan kondisi kedua sumber asupan tersebut. Sumber asupan air tawar utama berasal dari 3 sungai utama yaitu Sungai Ijo Gading, Sungai Samblong, dan Sungai Yeh Kuning. Ketiga sungai utama ini merupakan sungai induk yang terdiri dari anak – anak sungai. Secara umum daerah aliran sungai yang dilalui sungai tersebut merupakan daerah pertanian dan perkebunan dengan sedikit permukiman, kecuali Sungai Ijo Gading yang melalui daerah perkotaan. Pada saat musim penghujan aliran sungai berasal dari limpasan curah hujan dan tirisan air buangan dari sawah sekitarnya. Pada saat musim kemarau aliran sungai relatif kecil yang bersumber dari aliran tirisan sawah sekitarnya dan air buangan rumah tangga (BLH, 2011). Pertumbuhan hutan mangrove yang tiap tahun meningkat membuat beberapa bagian sungai Ijo Gading tertutup oleh hutan mangrove terlihat pada citra tahun 2007 bentuk sungai masih terlihat jelas namun pada citra 2011 bentuk sungai sudah setengah tertutupi oleh hutan mangrove dan pada tahun 2015 sudah hampir tertutupi secara keseluruhan. Untuk lebih jelas lihat gambar 4.20.



Gambar 4.20 Bentuk Sungai Ijo Gading (a) tahun 2007 dan (b) 2011

b. Jenis Tanah

Hutan mangrove di wilayah Estuari Perancak tumbuh di atas lumpur tanah liat bercampur dengan bahan organik. Pada wilayah ini tidak ada substrat lumpur yang mengandung pasir atau pecahan karang karena lokasi penelitian bukan di dekat pantai-pantai tetapi di wilayah estuari yang dikelilingi oleh sungai – sungai.

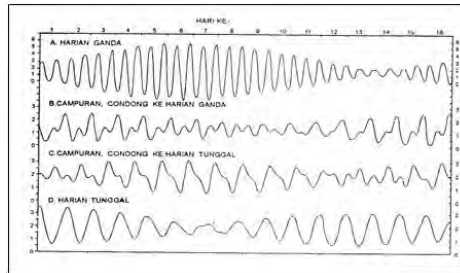
4.2.3 Parameter Hidrologi (Fisik dan Kimia)

Pengambilan sampel air dilakukan pada tanggal 1 Maret 2015 pada saat kondisi air laut pasang dimulai dari jam 10.00 – 11.45 WITA. Bulan Maret tahun 2015 ini musim penghujan, pengambilan sampel dimusim hujan dengan pengambilan sampel dimusim kemarau akan menghasilkan nilai parameter yang berbeda.

a. Pasang Surut

Wilayah Estuari perancak bertipe pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*) yang artinya dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Pasang

surut jenis ini juga terjadi di Selat Kalimantan dan Pantai Utara Jawa Barat.



Gambar 4.21 Tipe Pasang Surut

Sumber: Triadmodjo, 1999

Tinggi muka air laut (MSL) di Pelabuhan Perikanan Pengambangan, Bali sebesar 141,8 cm (Latifah, 2008).

Mangrove tergenang dua kali dalam 1 hari dengan lama genangan 1 sampai 2 jam dilihat dari data pasang surut pengambangan.

b. Sedimentasi

Tingkat sedimentasi di Estuari Perancak cukup tinggi, hal ini terlihat dari banyaknya komunitas mangrove yang mulai tumbuh di daerah hasil sedimen sehingga terlihat seperti ada pulau baru di wilayah tersebut.

Menurut Gazali, 2013 menyatakan bahwa kandungan TSS memiliki hubungan yang erat dengan kecerahan perairan. Keberadaan padatan tersuspensi tersebut akan menghalangi penetrasi cahaya yang masuk ke perairan sehingga hubungan antara TSS dan kecerahan akan menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik.



Gambar 4.22 Hasil sedimentasi yang terlihat di Citra ALOS AVNIR-2 tahun (a) 2007 dan (b) 2011

Dari gambar 4.22 dapat dilihat bahwa ada dua titik yang mengalami tingkat sedimentasi tinggi yang mengakibatkan terjadinya penyempitan lebar sungai, hal ini dapat diperjelas dengan hasil laboratorium TSS di Estuari Perancak tabel 4.8.

Tabel 4.8 Data TSS Hasil Penelitian di Estuari Perancak pada saat pasang dibandingkan terhadap Baku Mutu untuk Biota Laut

Nama Titik	Koordinat		Jenis mangrove dominan	TSS (mg/L)	Baku Mutu	Ket
	X	Y				
1	239135.65	9071372.67	<i>Rhizophora</i>	29	80	Ya
2	238975.57	9071498.66	<i>Avicennia</i>	8	80	Ya
3	238808.59	9071165.75	<i>Sonneratia</i>	15	80	Ya
4	238761.58	9071640.29	<i>Rhizophora</i>	18	80	Ya
5	238650.19	9071927.58	<i>Rhizophora</i>	20	80	Ya
6	238510.37	9071864.08	<i>Rhizophora</i>	195	80	Tidak
7	238678.34	9073170.63	<i>Bruguiera</i>	11	80	Ya
8	238664.67	9073045.41	<i>Acrostichum Aureum</i>	19	80	Ya
9	238609.17	9072513.79	<i>Nypa</i>	91	80	Tidak
10	238705.97	9072090.86	<i>Bruguiera</i>	28	80	Ya
11	238384.92	9071109.35	<i>Rhizophora</i>	14	80	Ya
12	238362.97	9070921.99	<i>Rhizophora</i>	516	80	Tidak
13	238133.95	9070861.09	<i>Rhizophora</i>	97	80	Tidak

Keterangan: Baku Mutu untuk Biota Laut (Mangrove) berdasarkan Kepmen Lingkungan Hidup no.51 Tahun 2004

Hasil pengamatan TSS pada 13 titik penelitian pada saat pasang mempunyai nilai berkisar antara 11-516 mg/L. Nilai TSS yang paling tinggi berada pada titik 12 dengan nilai sebesar 516 mg/L dan nilai TSS yang paling rendah berada pada titik 2 yang berada didekat kantor BPOL dengan nilai TSS sebesar 8 mg/L.

Ada 4 titik lokasi pengamatan yang nilai total padatan tersuspensi (TSS) telah melebihi nilai standar baku mutu biota laut berdasarkan kepmen LH No.51 tahun 2004 dimana kandungan padatan tersuspensi total (TSS) adalah 91, 97, 195, dan 516 mg/L. Sedangkan standar baku mutu yang ditetapkan adalah 80 mg/L

c. Ph Air

Menurut Santoso (2007) pH yang ideal bagi kehidupan organisme akuatik pada umumnya berkisar antara 7 sampai 8,5. Nilai pH dipengaruhi oleh faktor fisik sedimen, berkaitan dengan konsentrasi bahan-bahan organik yang ada di sedimen. Semakin kecil ukuran butir sedimen, pHnya semakin rendah demikian juga sebaliknya. Perubahan nilai pH dalam sedimen mempengaruhi sebaran mempengaruhi sebaran mikroorganisme yang metabolismenya tergantung pada sebaran faktor-faktor kimia tersebut. Sebagian mikroorganisme sangat peka terhadap perubahan nilai pH dalam perairan. Nilai pH akan mempengaruhi proses-proses biokimia perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah (Effendi, 2003). Pada musim hujan, nilai pH cenderung lebih tinggi mungkin akibat akumulasi senyawa karbonat dan bikarbonat sehingga air sungai lebih basa (Novotny & Olem 1994; Sundra 2010).

Hasil pengamatan pH pada 13 titik penelitian waktu pasang di dalam hutan mangrove Estuari perancak, pH mempunyai nilai berkisar antara 7.25 – 8.2. Nilai pH paling tinggi berada pada titik 3 dengan nilai pH 8.2 dan nilai pH paling rendah terletak pada titik 8 dengan nilai pH 7.25. Pada titik 1 dan 2 yang berlokasi didekat kantor BPOL pH mempunyai nilai berturut-turut 7.72 dan 7.58, titik 4 dan 5 yang dekat dengan jalan mempunyai nilai pH berturut-turut 7.63 dan 7.64, dan titik 6 yang dekat dengan sungai memiliki pH dengan nilai 7.7, dan pada stasiun 7, 9, 10 mempunyai nilai pH berturut-turut 7.57, 7.83, 7.61. Pada titik 11, 12, 13 yang berada di sirkuit perancak yang dikelilingi oleh sungai memiliki nilai pH berturut-turut 7.75, 7.44, 7.62. Hasil analisa laboratorium untuk nilai pH di 13 titik lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Data pH Hasil Penelitian di Estuari Perancak pada saat pasang dibandingkan terhadap Baku Mutu untuk Biota Laut

Nama Titik	Koordinat		Jenis mangrove dominan	Ph	Baku Mutu	Ket
	X	Y				
1	239135.65	9071372.67	<i>Rhizophora</i>	7.72	7-8.5	Ya
2	238975.57	9071498.66	<i>Avicennia</i>	7.58	7-8.5	Ya
3	238808.59	9071165.75	<i>Sonneratia</i>	8.2	7-8.5	Ya
4	238761.58	9071640.29	<i>Rhizophora</i>	7.63	7-8.5	Ya
5	238650.19	9071927.58	<i>Rhizophora</i>	7.64	7-8.5	Ya
6	238510.37	9071864.08	<i>Rhizophora</i>	7.7	7-8.5	Ya
7	238678.34	9073170.63	<i>Bruguiera</i>	7.57	7-8.5	Ya
8	238664.67	9073045.41	<i>Acrostichum</i>	7.25	7-8.5	Ya
			<i>Aureum</i>			
9	238609.17	9072513.79	<i>Nypa</i>	7.83	7-8.5	Ya
10	238705.97	9072090.86	<i>Bruguiera</i>	7.61	7-8.5	Ya
11	238384.92	9071109.35	<i>Rhizophora</i>	7.75	7-8.5	Ya
12	238362.97	9070921.99	<i>Rhizophora</i>	7.44	7-8.5	Ya
13	238133.95	9070861.09	<i>Rhizophora</i>	7.62	7-8.5	Ya

Keterangan: Baku Mutu untuk Biota Laut berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no.51 Tahun 2004
 Nilai tersebut menunjukkan bahwa pH perairan cenderung basa dan masih memenuhi baku mutu air laut untuk biota laut yaitu 7-8.5, serta masih diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0.2 satuan pH.

d. Salinitas

Salinitas akan terus meningkat nilainya dari muara ke arah laut. Wilayah perairan estuaria daerah tropis dikenal tinggi produktivitasnya karena mempunyai kandungan zat hara yang tinggi dalam air pori (Patriquin, 1992). Hasil pengamatan salinitas pada 13 titik pengamatan yang diambil pada saat pasang menunjukkan nilai salinitas mempunyai nilai berkisar antara 1-2 ppt. Nilai salinitas paling tinggi adalah 22 ppt yang berada

pada titik 6 yang dekat dengan sungai dan nilai salinitas yang paling rendah berada pada titik 7 dan 8 yang berada didekat sungai dan jalan dengan nilai salinitas 1ppt. Rendahnya nilai salinitas diduga dipengaruhi adanya musim penghujan yang mana lebih banyak mendapat asupan dari air hujan daripada air laut.

Menurut Onrizal (2005) vegetasi mangrove merupakan tumbuhan resisten terhadap garam (*salt-resistant plants*) mampu memelihara pertumbuhannya dalam kondisi cekaman osmotik. Salinitas mempengaruhi penzonasian mangrove melalui perbedaan perakaran setiap spesiesnya. Walaupun kondisi salinitas di lokasi penelitian antara 1-22 ppt, mangrove dapat tumbuh baik dilokasi tersebut terutama jenis *Rhizophora* yang mendominasi. Dengan nilai salinitas berkisar antara 1-22 ppt, nilai salinitas dilokasi penelitian sesuai dengan baku mutu air laut menurut kepmen LH No.51 tahun 2004 yaitu nilai salinitas ideal untuk mangrove sampai dengan 34 ppt dan diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5 ppt salinitas rata-rata musiman

Hasil analisis laboratorium untuk nilai salinitas di 13 titik lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Data Salinitas Hasil Penelitian di Estuari Perancak pada saat pasang dibandingkan terhadap Baku Mutu untuk Biota Laut

Nama Titik	Koordinat		Jenis mangrove dominan	Salinitas (ppt)	Baku Mutu	Ket
	X	Y				
1	239135.65	9071372.67	<i>Rhizophora</i>	11	s/d34	Ya
2	238975.57	9071498.66	<i>Avicennia</i>	9	s/d34	Ya
3	238808.59	9071165.75	<i>Sonneratia</i>	21	s/d34	Ya
4	238761.58	9071640.29	<i>Rhizophora</i>	20	s/d34	Ya
5	238650.19	9071927.58	<i>Rhizophora</i>	14	s/d34	Ya
6	238510.37	9071864.08	<i>Rhizophora</i>	22	s/d34	Ya
7	238678.34	9073170.63	<i>Bruguiera</i>	1	s/d34	Ya
8	238664.67	9073045.41	<i>Acrostichum Aureum</i>	1	s/d34	Ya
9	238609.17	9072513.79	<i>Nypa</i>	12	s/d34	Ya
10	238705.97	9072090.86	<i>Bruguiera</i>	10	s/d34	Ya
11	238384.92	9071109.35	<i>Rhizophora</i>	18	s/d34	Ya
12	238362.97	9070921.99	<i>Rhizophora</i>	21	s/d34	Ya
13	238133.95	9070861.09	<i>Rhizophora</i>	16	s/d34	Ya

Keterangan: Baku Mutu untuk Biota Laut (Mangrove) berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no.51 Tahun 2004

Kisaran tersebut masih cocok untuk muara sehingga mempengaruhi banyaknya kandungan nitrat yang dihasilkan perairan. Salinitas perairan estuaria dipengaruhi oleh adanya perubahan-perubahan proses fisika dalam perairan seperti penguapan, pengembunan, kandungan air yang berubah, perubahan unsur-unsur pembentuk garam.

e. Nitrat

Nitrat adalah nutrient utama bagi pertumbuhan organisme di kawasan hutan mangrove, yang juga sebagai nutrien utama dalam menentukan kestabilan pertumbuhan mangrove. Menurut Hutagalung dan Rozak (1997), distribusi horizontal kada nitrat semakin tinggi menuju arah

pantai, dan kadar nitrat yang tinggi biasanya ditemukan di perairan muara. Peningkatan kadar nitrat dilaut disebabkan oleh masuknya limbah domestik atau pertanian (pemupukan) yang umumnya banyak mengandung nitrat. Nitrat ditentukan dengan menggunakan metode brunsin, ketika nitrat bereaksi dengan brunsin dan asam sulfanilat akan membentuk senyawa berwarna kuning. Warna kuning tersebut dijadikan dasar dalam penentuan kadar nitrat (Millero, 2006).

Pasang surut merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi konsentrasi senyawa nitrat di daerah penelitian. Kandungan nitrat sungai lebih kecil daripada di muara. Akan tetapi kandungan zat tersebut masih dalam batas normal untuk perairan sehingga masih cocok atau aman untuk digunakan sebagai tempat untuk organisme air. Konsentrasi senyawa nitrat lebih tinggi pada saat surut dibandingkan pada saat pasang. Hal ini disebabkan pada saat pasang terjadi pencampuran massa air dari laut dan massa air sungai yang menyebabkan salinitas meningkat, hal tersebut menyebabkan pengenceran konsentrasi nitrat di sekitar muara sungai perancak, sehingga konsentrasi nitrat pada saat pasang lebih rendah dibandingkan dengan surut (Latifah, 2008). Hasil analisis laboratorium untuk konsentrasi nitrat di 13 titik lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Data Nitrat Hasil Penelitian di Estuari
Perancak pada saat pasang dibandingkan terhadap Baku
Mutu untuk Biota Laut

Nama Titik	Koordinat		Jenis mangrove dominan	Nitrat (mg/L)	Baku Mutu	Ket
	X	Y				
1	239135.65	9071372.67	<i>Rhizophora</i>	0.510	0.008	Tidak
2	238975.57	9071498.66	<i>Avicennia</i>	0.758	0.008	Tidak
3	238808.59	9071165.75	<i>Sonneratia</i>	< 0.001	0.008	Ya
4	238761.58	9071640.29	<i>Rhizophora</i>	0.047	0.008	Tidak
5	238650.19	9071927.58	<i>Rhizophora</i>	0.604	0.008	Tidak
6	238510.37	9071864.08	<i>Rhizophora</i>	< 0.001	0.008	Ya
7	238678.34	9073170.63	<i>Bruguiera</i>	0.652	0.008	Tidak
8			<i>Acrostichum</i>			
	238664.67	9073045.41	<i>Aureum</i>	1.085	0.008	Tidak
9	238609.17	9072513.79	<i>Nypa</i>	0.407	0.008	Tidak
10	238705.97	9072090.86	<i>Bruguiera</i>	0.425	0.008	Tidak
11	238384.92	9071109.35	<i>Rhizophora</i>	0.280	0.008	Tidak
12	238362.97	9070921.99	<i>Rhizophora</i>	< 0.001	0.008	Ya
13	238133.95	9070861.09	<i>Rhizophora</i>	0.226	0.008	Tidak

Keterangan: Baku Mutu untuk Biota Laut berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup no.51 Tahun 2004

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi nitrat mempunyai kisaran nilai <0.001 – 1.085 mg/L. Nilai konsentrasi nitrat paling tinggi berada pada titik 8 dengan nilai 1.085 mg/L yang berada didekat jalan dan sungai. Adapun konsentrasi nitrat yang paling rendah berada pada titik 3, 6 dan 12 dengan nilai <0.001 mg/L.

Kandungan nitrat dilokasi penelitian banyak yang melebihi standar baku mutu. Dimana untuk nilai nitrat dari hasil analisis antara <0.001 – 1.085 mg/L. Nilai nitrat yang dipersyaratkan dalam kepmen LH No.51 tahun 2004 adalah 0.008 mg/L, hanya ada 3 lokasi yang memenuhi standart baku mutu. Nitrat dan nitrit merupakan hasil oksidasi amonia melalui proses nitrifikasi yang terjadi secara aerob.

Pada umumnya konsentrasi nitrit pada perairan relatif kecil karena akan segera teroksidasi menjadi nitrat. Pada perairan alami biasanya kandungan nitrit sekitar 0.001 mg/L dan sebaiknya tidak melebihi 0.06 mg/L.

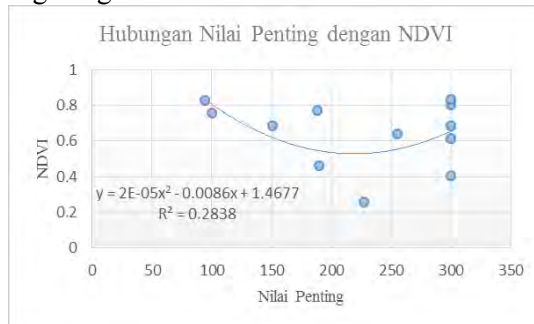
4.2.4 Hubungan Nilai Penting dengan NDVI

Dengan melihat korelasi antara nilai penting dengan NDVI dapat diketahui keterkaitan antara keduanya, apakah nilai penting jenis mangrove dalam transek 10 x 10 m berhubungan dengan tinggi rendahnya nilai NDVI.

Tabel 4.12 Nilai Penting dan NDVI tahun 2015

Nama Titik	Koordinat		Jenis Mangrove Dominan	Nilai Penting	NDVI
	X (m)	Y (m)			
1	239135.65	9071372.67	<i>Rhizophora</i>	254.757	0.641874
2	238975.57	9071498.66	<i>Avicennia</i>	227	0.260178
3	238808.60	9071165.75	<i>Sonneratia</i>	100.031	0.759335
4	238761.58	9071640.30	<i>Rhizophora</i>	188	0.770907
5	238650.19	9071927.58	<i>Rhizophora</i>	94	0.831185
6	238510.37	9071864.08	<i>Rhizophora</i>	300	0.805049
7	238678.34	9073170.63	<i>Bruguiera</i>	190	0.460387
8	238664.67	9073045.41	<i>Acrostichum Aureum</i>	300	0.407634
9	238609.17	9072513.80	<i>Nypa</i>	300	0.617120
10	238705.97	9072090.86	<i>Bruguiera</i>	151	0.686399
11	238384.92	9071109.35	<i>Rhizophora</i>	300	0.833129
12	238362.97	9070921.99	<i>Rhizophora</i>	300	0.687272
13	238133.95	9070861.10	<i>Rhizophora</i>	300	0.613140

Berikut ini hasil grafik korelasi antara nilai penting dengan NDVI:



Gambar 23. Korelasi antara Nilai Penting dengan NDVI

Dapat dilihat bahwa nilai korelasi antara nilai penting dengan NDVI sebesar 0.533. Jadi korelasi antara nilai penting dengan NDVI adalah sedang atau berhubungan (Sugiyono, 2007).

4.2.5 Hubungan Nilai NDVI dengan Parameter

Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur kekuatan asosiasi (hubungan) linear antara dua variabel. Untuk menentukan korelasi antar variabel menggunakan metode regresi linier kuadrat. Metode regresi linier ini digunakan karena ingin mengetahui hubungan antar variabel yang memiliki banyak parameter.

Tabel 4.13 Nilai indeks vegetasi dan parameter tahun 2015

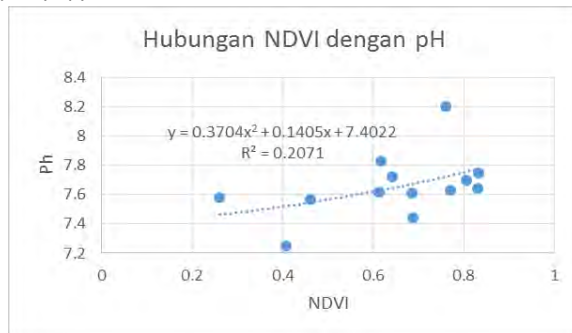
Nama Titik	Jenis mangrove dominan	NDVI	Parameter			
			Ph	Salinitas (ppt)	TSS (mg/L)	Nitrat (mg/L)
1	<i>Rhizophora</i>	0.641874	7.72	11	29	0.510
2	<i>Avicennia</i>	0.260178	7.58	9	8	0.758
3	<i>Sonneratia</i>	0.759335	8.2	21	15	0.001
4	<i>Rhizophora</i>	0.770907	7.63	20	18	0.047
5	<i>Rhizophora</i>	0.831185	7.64	14	20	0.604
6	<i>Rhizophora</i>	0.805049	7.7	22	195	0.001
7	<i>Bruguiera</i>	0.460387	7.57	1	11	0.652
8	<i>Acrostichum aureum</i>	0.407634	7.25	1	19	1.085
9	<i>Nypa</i>	0.617120	7.83	12	91	0.407
10	<i>Bruguiera</i>	0.686399	7.61	10	28	0.425
11	<i>Rhizophora</i>	0.833129	7.75	18	14	0.280
12	<i>Rhizophora</i>	0.687272	7.44	21	516	0.001
13	<i>Rhizophora</i>	0.613140	7.62	16	97	0.226

Dari tabel 4.12 dapat dilihat bahwa nilai NDVI 13 titik sampel ada 2 atau lebih nilai NDVI yang memiliki range yang hampir sama dalam proses klasifikasi disebut campuran yang artinya dalam range tersebut terdapat lebih dari 1 jenis mangrove dominan. Dan dimungkinkan jenis mangrove dominan memiliki lebih dari 1 range nilai NDVI, misalkan kelas campuran terdapat pada NDVI 0.611 – 0.654 dan 0.734 – 0.765.

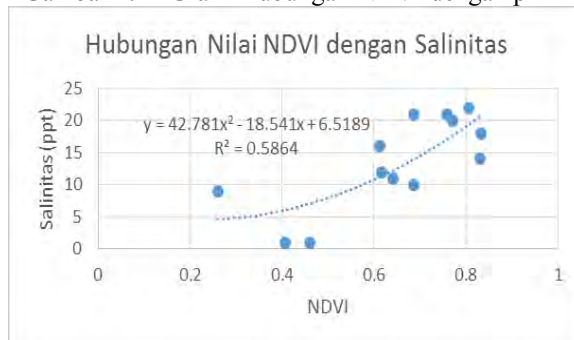
Perhitungan korelasi menggunakan regresi linier kuadratik diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) masing – masing parameter. Nilai korelasi (r) antara NDVI dengan pH, salinitas, nitrat dan TSS berturut-turut adalah 0.4551, 0.7658, 0.7084, dan 0.2902. Korelasi yang paling tinggi adalah korelasi antara NDVI dengan salinitas dengan nilai 0.7658

yang disebut korelasi kuat, dan korelasi yang sangat rendah adalah korelasi antara NDVI dengan TSS dengan nilai 0.2902. Untuk korelasi NDVI dengan pH dengan nilai 0.4551 disebut korelasi sedang sedangkan korelasi NDVI dengan nitrat diinterpretasi sebagai korelasi yang kuat dengan nilai 0.7084.

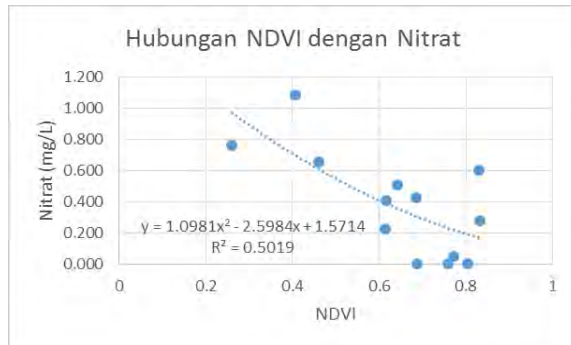
Hasil perhitungan dijelaskan dalam bentuk grafik dan dapat dilihat pada gambar 4.24, 4.25, 4.26 dan 4.27.



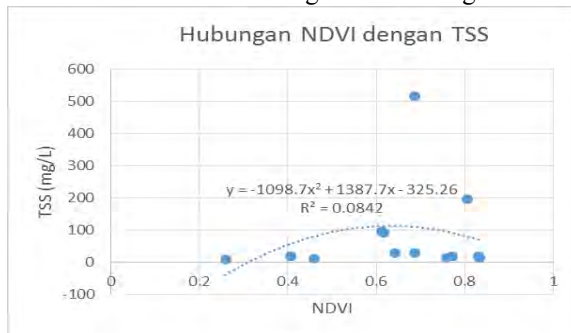
Gambar 4.24 Grafik hubungan NDVI dengan pH



Gambar 4.24 Grafik hubungan NDVI dengan Salinitas



Gambar 4.25 Grafik hubungan NDVI dengan Nitrat



Gambar 4.26 Grafik hubungan NDVI dengan TSS

Nilai hubungan antara NDVI dengan TSS yang rendah ini dipengaruhi oleh bentuk morfologi hutan mangrove yang dikelilingi oleh sungai tidak berhadapan langsung dengan laut yang mana mendapat hutan mangrove mendapat asupan nutrisi tidak hanya dari air laut tetapi oleh air sungai juga, terlebih lagi pengambilan sampel dilakukan pada saat musim hujan dan pada saat kondisi air laut pasang dipastikan akan mempengaruhi hasil parameter nitrat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Persebaran hutan di Estuari perancak dari tahun 2007, 2011, 2015 sebesar 509300 m², 540700 m², 651200 m². Jadi dapat disimpulkan bahwa hutan mangrove di Estuari Perancak tiap tahun meningkat. Hutan mangrove di Estuari perancak tergolong subur ini dapat dilihat dari nilai NDVI antara 0.383 – 0.852.
- b. Pola hidrologi di wilayah Estuari Perancak dari tahun 2007 sampai tahun 2015 mengalami perubahan yang tinggi dengan ditemukannya bentukan sedimen-sedimen baru hasil dari sedimentasi yang ditumbuhi vegetasi mangrove. Hutan mangrove di wilayah Estuari Perancak menyebar secara rata dan jenis mangrove yang mendominasi adalah spesies *Rhizophora*.
- c. Korelasi pola hidrologi yang dilihat dari parameter fisik (pH, salinitas, TSS) dan parameter kimia (nitrat) dengan persebaran hutan mangrove (NDVI) didapatkan nilai korelasi berturut-turut adalah 0.4551, 0.7658, 0.2902, 0.7084, dan. yang artinya korelasi antara NDVI dengan pH yakni sedang, korelasi antara NDVI dengan salinitas dan nitrat yakni kuat, korelasi antara NDVI dengan TSS sangat rendah. Sehingga parameter yang berhubungan erat dengan NDVI yaitu salinitas dan nitrat.

5.2 Saran

Dari pelaksanaan penelitian ini, terdapat saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya antara lain sebagai berikut:

- a. Diharapkan dalam penelitian selanjutnya menggunakan algoritma indeks vegetasi yang lain sehingga dapat membandingkan hasil pengolahan citra.
- b. Pengambilan data lapangan sebaiknya memiliki waktu yang tidak terlalu jauh dengan data citra sehingga diperoleh ketelitian hasil yang lebih baik.
- c. Untuk perolehan luas hutan mangrove yang lebih baik, pemilihan citra hendaknya yang bebas atau minim dari tutupan awan dan menggunakan citra dengan resolusi spasial lebih tinggi dikarenakan akan sangat mempengaruhi terhadap hasil perhitungan.
- d. Penelitian ini dapat menjadi bahan masukan untuk instansi terkait terutama Badan Penelitian dan Observasi Laut untuk memantau hutan mangrove dan sebagai acuan dalam pengambilan kebijakan pengembangan mangrove di Estuari Perancak.

DAFTAR PUSTAKA

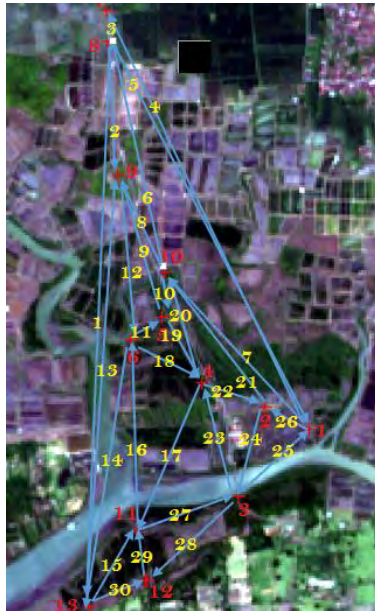
- Abidin, H. Z. 2002. Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya. Jakarta: Pradnya Paramitha
- Annisa. 2004. Identifikasi Kerusakan Mangrove dengan Citra Satelit Landsat-ETM dan Sistem Informasi Geografis di Pesisir Selatan Provinsi Gorontalo. Bogor: Jurusan Ilmu dan Teknologi Kelautan, Institut Pertanian Bogor
- Bengen, D.G. 1999. Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Bengen, D. G. 2001. Ekosistem dan sumberdaya pesisir dan laut serta pengelolaan secara terpadu dan berkelanjutan. Prosiding pelatihan pengelolaan wilayah pesisir terpadu. Bogor, 29 Oktober – 3 November 2001.
- Bengen, D.G. 2002. Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut Serta Prinsip Pengelolaannya. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Bogor: IPB
- BPS (Badan Pusat Statistik) Jembrana. 2007. Statistik Kecamatan Negara 2007. Jembrana: Badan Pusat Statistik Jembrana.
- BROK (Balai Riset dan Observasi Kelautan). 2004. Pengembangan Teknologi Struktur Lunak (Greenbelt) untuk Perlindungan Pantai. Laporan Antara. DKP: Pusat Riset Teknologi Kelautan. Balai Riset dan Observasi Kelautan.
- Chaudhury, M. U. 1985. Landsat: Application to Mangrove Ecosystem Studies. UNDP/ESCAP Regional Remote Sensing Programme and SEAMEO-BIOTROP. Bogor. Hal 57-63.
- Church, VA. 1983. Manual of Remote Sensing. American society of Photogrametry. New York. Hutchings, P. dan P. Saenger. 1987. Ecology of Mangrove. Australia: University of Queensland Press.

- Congalton, R. 1991. A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. *Remote Sensing of Environment* 37, 35-46, 1991
- Green, E.P., P.J. Mumby, A.J. Edwards, dan C.D. Clark. 2000. *Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management*. Coastal Management Sourcebook 3, UNESCO. Paris.
- Hartono. 1994. *Penggunaan Penginderaan Jauh Menggunakan Landsat Thematic Mapper (Studi Kasus da Areal HPH PT. Bina Lestari Indragiri Hulu, Riau)*. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.
- JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency). 2005. *ALOS Data Application to Landslide and Earthquake*. Japan: Earth Observation Research and Application Centre.
- Kartawinata, Dr. Kuswata, dkk. 1985. *Pengantar Ekologi*. Jakarta: PT. Etasa Dinamika.
- KP2KE.2011.*Zonasi Mangrove Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Kota Tanjungpinang*. Tanjungpinang: Pemko Tanjungpinang.
- Kusmana. 1995. *Teknik Rehabilitasi Kerusakan Ekosistem Mangrove*. Makalah Pelatihan Perencanaan dan Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu. Bogor: IPB.
- Kusumaningrum.2013.*Analisa Kesehatan Vegetasi Mangrove Berdasarkan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Menggunakan Citra ALOS*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Latifah N., M. Yusuf, I. B. prasetyawan. 2008. “Studi Hidrodinamika dan Kualitas Perairan di Pelabuhan Perikanan Pengambangan – Bali. [Skripsi], Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang
- Lillesand, T. M. dan R.W. Kiefer.1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Diterjemahkan oleh Dulbari et al. Gajah Mada University Press. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.

- Lillesand Th.M. and Kiefer, R.W., 1997. Remote Sensing and Image Interpretation. USA: New York.
- Lo, C.P. 1996. Penginderaan Jauh Terapan. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Macnae, W. 1974. Mangrove Forest and Fisheries. Rome: FAO/UNDP Indian Ocean Programme.
- Muhaerin, M. 2008. Kajian Sumberdaya Ekosistem Mangrove Untuk Pengelolaan Ekowisata di Estuari Perancak, Jembrana, Bali. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- NASDA (National Space Development Agency of Japan), 2004. ALOS Advanced Land Observing Satellite. Japan: Sensor and Program Satellite.
- Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut: Suatu Tinjauan Ekologis. Jakarta: PT.Gramedia.
- Purwadhi, F. dan Hardiyati, S. 2001. Interpretasi Citra Digital. Jakarta: PT. Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Saefurahman, Ganjar. 2008. Distribusi Kerapatan dan Perubahan Luas Vegetasi Mangrove Gugus Pulau Pari Kepulauan Seribu Menggunakan Citra Formosat 2 dan Landsat 7/ETM+. Bogor: Institut Pertanian Boogor.
- Sari, V. D. 2014. Analisa Estimasi Produksi Padi Berdasarkan Fase Tumbuh dan Model Peramalan Autogressive Integrated Moving Average (ARIMA) Menggunakan Citra Satelit Landsat 8. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sitanggang, Gokmaria. 2010. Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat – 8). Jakarta: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), Berita Dirgantara Volume 11 No. 2 Juni 2010: 47-58.
- Soenarmo, S.H., (2009), Penginderaan Jauh Dan Pengenalan Sistem Informasi Geografi Untuk Bidang Ilmu Kebumian, Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Stathaki, T. 2008. Image Fusion: Algorithms and Applications, Elsevier Ltd.

- Suhartini, T.S. 2008. Deteksi Ekosistem Mangrove di Cilacap, Jawa Tengah Dengan Citra Satelit ALOS. Bogor: Institut Pertanian Boogor.
- Susilo, S.B. 2000. Penginderaan Jauh Terapan. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Virma, C. A. 2013. Analisis Perubahan Kerepatan Vegetasi Kota Semarang Menggunakan Bantuan Teknologi Penginderaan Jauh. Semarang: Jurusan Geografi, Universitas Negeri Semarang.
- Wandayani, A. 2007. Perbandingan Metode Brovey dan PCA Dalam Fusi Citra Pankromatik dan Multispektral. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Wijaya, S. W. 2005. Aplikasi Penginderaan Jauh Dengan Citra Satelit Quickbird Untuk Pemetaan Mangrove di Pulau Karimunjawa, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

LAMPIRAN 1 **Perhitungan Strength of Figure (SoF)**



Gambar 1. Sebaran GCP dan Desain Jaring Citra ALOS AVNIR-2 Tahun 2011

Jumlah Baseline : 30
 Jumlah Titik : 13
 N ukuran : Jumlah Baseline x 3 = 90
 N parameter : Jumlah Titik x 3 = 39
 U : Nukuran – N parameter = 51

Persamaan:

No	Persamaan	No	Persamaan
1	$V_1 + B_1 = X_{13} - X_8$	16	$V_{16} + B_{16} = X_6 - X_{11}$
2	$V_2 + B_2 = X_9 - X_8$	17	$V_{17} + B_{17} = X_{11} - X_4$

3	$V_3 + B_3 = X_8 - X_7$	18	$V_{18} + B_{18} = X_4 - X_6$
4	$V_4 + B_4 = X_7 - X_1$	19	$V_{19} + B_{19} = X_4 - X_5$
5	$V_5 + B_5 = X_8 - X_1$	20	$V_{20} + B_{20} = X_{10} - X_4$
6	$V_6 + B_6 = X_8 - X_{10}$	21	$V_{21} + B_{21} = X_{10} - X_2$
7	$V_7 + B_7 = X_{10} - X_1$	22	$V_{22} + B_{22} = X_2 - X_4$
8	$V_8 + B_8 = X_{10} - X_9$	23	$V_{23} + B_{23} = X_4 - X_3$
9	$V_9 + B_9 = X_9 - X_5$	24	$V_{24} + B_{24} = X_3 - X_2$
10	$V_{10} + B_{10} = X_5 - X_{10}$	25	$V_{25} + B_{25} = X_1 - X_3$
11	$V_{11} + B_{11} = X_5 - X_6$	26	$V_{26} + B_{26} = X_2 - X_1$
12	$V_{12} + B_{12} = X_6 - X_9$	27	$V_{27} + B_{27} = X_3 - X_{11}$
13	$V_{13} + B_{13} = X_9 - X_{13}$	28	$V_{28} + B_{28} = X_{12} - X_3$
14	$V_{14} + B_{14} = X_{13} - X_6$	29	$V_{29} + B_{29} = X_{11} - X_{12}$
15	$V_{15} + B_{15} = X_{11} - X_{13}$	30	$V_{30} + B_{30} = X_{12} - X_{13}$

Dari persamaan tersebut diatas, maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

No	Persamaan	No	Persamaan
1	$V_1 = X_{13} - X_8 - B_1$	16	$V_{16} = X_6 - X_{11} - B_{16}$
2	$V_2 = X_9 - X_8 - B_2$	17	$V_{17} = X_{11} - X_4 - B_{17}$
3	$V_3 = X_8 - X_7 - B_3$	18	$V_{18} = X_4 - X_6 - B_{18}$
4	$V_4 = X_7 - X_1 - B_4$	19	$V_{19} = X_4 - X_5 - B_{19}$
5	$V_5 = X_8 - X_1 - B_5$	20	$V_{20} = X_{10} - X_4 - B_{20}$
6	$V_6 = X_8 - X_{10} - B_6$	21	$V_{21} = X_{10} - X_2 - B_{21}$
7	$V_7 = X_{10} - X_1 - B_7$	22	$V_{22} = X_2 - X_4 - B_{22}$
8	$V_8 = X_{10} - X_9 - B_8$	23	$V_{23} = X_4 - X_3 - B_{23}$
9	$V_9 = X_9 - X_5 - B_9$	24	$V_{24} = X_3 - X_2 - B_{24}$
10	$V_{10} = X_5 - X_{10} - B_{10}$	25	$V_{25} = X_1 - X_3 - B_{25}$
11	$V_{11} = X_5 - X_6 - B_{11}$	26	$V_{26} = X_2 - X_1 - B_{26}$
12	$V_{12} = X_6 - X_9 - B_{12}$	27	$V_{27} = X_3 - X_{11} - B_{27}$
13	$V_{13} = X_9 - X_{13} - B_{13}$	28	$V_{28} = X_{12} - X_3 - B_{28}$
14	$V_{14} = X_{13} - X_6 - B_{14}$	29	$V_{29} = X_{11} - X_{12} - B_{29}$
15	$V_{15} = X_{11} - X_{13} - B_{15}$	30	$V_{30} = X_{12} - X_{13} - B_{30}$

Dari persamaan diatas, maka dapat dituliskan matriks dari persamaan umum:

$$V = AX - B$$

Dimana:

V = Matriks residu

A = Matriks desain

B = Baseline

X = Titik kontrol tanah (GCP)

V1		0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	1		X1
V2		0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0		X2
V3		0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0		X3
V4		-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		X4
V5		1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0		X5
V6		0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	0	0	0		X6
V7		-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		X7
V8		0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0		X8
V9		0	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	0	0		X9
V10		0	0	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	0		X10
V11		0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0		X11
V12		0	0	0	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	0		X12
V13		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1		X13
V14		0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	1		X14
V15		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	X	X15
V16		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	0		X16
V17		0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	0		X17
V18		0	0	0	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0		X18
V19		0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0		X19
V20		0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0		X20
V21		0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		X21
V22	=	0	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		X22
V23		0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		X23
V24		0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		X24
V25		1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		X25
V26		-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		X26
V27		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0		X27
V28		0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		X28
V29		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0		X29
V30		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1		X30

Dimana matriks A






































[illegible]









$$\begin{vmatrix} & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \end{vmatrix}$$

Dengan demikian, nilai *Strength of Figure* (SoF) nya adalah sebagai berikut:

$$\text{SoF} = \frac{(\text{Trace} [A \times A^T]^{-1})}{u} = 0.0641$$

LAMPIRAN 2
DOKUMENTASI TITIK *GROUND CONTROL POINT* DAN
TITIK SAMPEL

Titik	Dominansi Spesies	Koordinat		Arah				Gambar Kanopi
		X	Y	Utara	Timur	Selatan	Barat	
1	<i>Rhizophora</i>	0239135	9071372					 
2	<i>Avicennia</i>	0238975	9071498					
3	<i>Sonneratia</i>	0238808	9071165					 
4	<i>Rhizophora</i>	0238761	9071640					
5	<i>Rhizophora</i>	0238650	9071927					
6	<i>Rhizophora</i>	0238510	9071864					
7	<i>Bruguiera</i>	0238678	9073170					

								
8	<i>Acrostichum</i>	0238664	9073045					
9	<i>Nypa</i>	0238609	9072513					
10	<i>Bruguiera</i>	238705	9072090					
11	<i>Rhizophora</i>	0238384	9071109					
12	<i>Rhizophora</i>	0238362	9070921					
13	<i>Rhizophora</i>	0238133	9070861					

LAMPIRAN 3 DATA TRANSEK

Titik	Jenis Mangrove	Jumlah Pohon	Diameter (cm)	Tinggi (cm)
1	<i>Rhizophora</i>	67	1.909091	150
	<i>Rhizophora</i>	5	0.636364	40
	<i>Avicennia</i>	1	4.136364	250
			3.818182	
			3.181818	
			4.136364	
	<i>Avicennia</i>	4	3.818182	150
2	<i>Avicennia</i>	1	9.545455	450
			11.13636	
	<i>Avicennia</i>	1	7.954545	425
			9.545455	
			11.13636	
			9.545455	
	<i>Avicennia</i>	1	9.545455	420
			9.545455	
			9.545455	
			11.13636	
	<i>Avicennia</i>	1	9.545455	450
			9.545455	
			7.954545	
			7.954545	
	<i>Avicennia</i>	1	15.90909	450
			14.31818	
	<i>Avicennia</i>	1	14.31818	450
			14.31818	
	<i>Avicennia</i>	1	4.772727	200
	<i>Rhizophora</i>	2	1.272727	200
	<i>Rhizophora</i>	2	1.909091	175
3	<i>Bruguiera</i>	18	1.590909	75
	<i>Bruguiera</i>	30	0.636364	28
	<i>Rhizophora</i>	2	0.954545	100
	<i>Rhizophora</i>	1	5.727273	450

	<i>Avicennia</i>	1	1.909091 13.36364	550
	<i>Avicennia</i>	1	7 4.772727 1.654545	450
	<i>Avicennia</i>	1	2.943182 4.820455	300
	<i>Avicennia</i>	2	8.909091	500
	<i>Avicennia</i>	1	6.363636	320
	<i>Avicennia</i>	1	6.363636	340
	<i>Avicennia</i>	1	7	310
	<i>Avicennia</i>	1	6.363636	310
	<i>Avicennia</i>	1	1.909091	70
	<i>Avicennia</i>	6	6.363636	320
	<i>Avicennia</i>	3	3.181818	150
	<i>Avicennia</i>	1	6.363636	120
	<i>Sonneratia</i>	1	15.90909 15.27273	750
	<i>Sonneratia</i>	1	10.81818 10.81818 14.31818 15.90909	800
	<i>Sonneratia</i>	1	12.72727	800
	<i>Sonneratia</i>	1	12.72727 15.90909	750
	<i>Xylocarpus</i>	1	1.590909	250
4	<i>Rhizophora</i>	1	2.863636 2.227273 3.5	250
	<i>Rhizophora</i>	1	2.863636 2.227273	250
	<i>Rhizophora</i>	1	5.090909 3.5 3.5 2.863636	350
	<i>Rhizophora</i>	1	2.863636 2.545455 1.909091	200

		2.227273	
	<i>Rhizophora</i>	25	1.272727
	<i>Rhizophora</i>	8	0.636364
	<i>Sonneratia</i>	1	18.13636
			10.18182
	<i>Sonneratia</i>	1	15.59091
			5.409091
	<i>Avicennia</i>	1	11.77273
	<i>Avicennia</i>	1	8.590909
			2.227273
	<i>Avicennia</i>	1	4.454545
			13.36364
	<i>Avicennia</i>	1	3.818182
			3.818182
			5.090909
5	<i>Rhizophora</i>	1	2.545455
			3.181818
			2.863636
	<i>Rhizophora</i>	1	4.772727
			4.136364
			3.5
			2.545455
	<i>Rhizophora</i>	1	5.727273
			3.5
	<i>Rhizophora</i>	1	2.545455
			4.772727
			4.454545
			3.818182
	<i>Rhizophora</i>	4	3.818182
	<i>Rhizophora</i>	2	4.772727
	<i>Rhizophora</i>	3	2.545455
	<i>Rhizophora</i>	1	3.5
	<i>Rhizophora</i>	1	3.818182
			2.545455
	<i>Rhizophora</i>	1	1.272727
			1.909091
			2.227273
			2.545455

Titik	Jenis Mangrove	Jumlah Pohon	Diameter (cm)	Tinggi (cm)
6	<i>Rhizophora</i>	1	2.545455 3.181818 3.818182	400
	<i>Rhizophora</i>	3	0.636364	75
	<i>Avicennia</i>	1	11.13636 12.72727 4.772727	500
	<i>Avicennia</i>	1	4.136364	400
	<i>Avicennia</i>	1	5.090909	350
	<i>Avicennia</i>	3	1.909091	200
	<i>Rhizophora</i>	1	3.818182 4.772727 5.409091	500
	<i>Rhizophora</i>	1	2.545455 2.227273 4.772727	500
	<i>Rhizophora</i>	1	3.818182 4.454545	500
	<i>Rhizophora</i>	1	4.454545 4.136364	500
	<i>Rhizophora</i>	1	3.181818 4.136364 2.545455	500
	<i>Rhizophora</i>	1	2.863636 3.818182 4.772727	500
	<i>Rhizophora</i>	1	4.136364 4.772727	500
	<i>Rhizophora</i>	1	5.727273 4.772727	500
	<i>Rhizophora</i>	1	3.818182 4.454545 36.90909	500
	<i>Rhizophora</i>	1	6.045455 5.727273 3.818182	500

	<i>Rhizophora</i>	3	8.272727	500
	<i>Rhizophora</i>	1	7.636364	500
	<i>Rhizophora</i>	1	6.045455	500
	<i>Rhizophora</i>	2	6.363636	500
	<i>Rhizophora</i>	1	8.590909	500
	<i>Rhizophora</i>	1	6.045455	500
	<i>Rhizophora</i>	1	5.409091	500
	<i>Rhizophora</i>	51	0.636364	500
7	<i>Bruguiera</i>	1	20.68182	750
	<i>Bruguiera</i>	1	25.13636	750
	<i>Bruguiera</i>	1	10.5	700
			17.18182	
	<i>Bruguiera</i>	1	4.772727	300
			3.818182	
			3.181818	
	<i>Bruguiera</i>	1	4.772727	300
			2.545455	
	<i>Bruguiera</i>	1	5.727273	300
	<i>Bruguiera</i>	1	5.727273	350
	<i>Bruguiera</i>	1	8.272727	450
			8.590909	
			6.045455	
			5.727273	
			8.272727	
	<i>Bruguiera</i>	1	3.181818	250
	<i>Bruguiera</i>	1	8.590909	500
			12.09091	
	<i>Bruguiera</i>	1	4.772727	250
			3.818182	
			3.181818	
	<i>Bruguiera</i>	1	5.727273	350
	<i>Bruguiera</i>	23	0.636364	80
	<i>Acanthus</i>	42	0.636364	40
	<i>Acrostichum</i>			250
8	<i>aureum</i>	12	0.636364	
9	<i>Nypa</i>	276	0.954545	150
10	<i>Avicennia</i>	1	17.18182	800
			14.63636	

			17.18182	
			15.59091	
			14	
			14.31818	
			<hr/>	
		<i>Bruguiera</i>	1	4.454545
				300
				5.090909
			<hr/>	
		<i>Bruguiera</i>	1	6.045455
				250
		<i>Bruguiera</i>	1	16.54545
				90
		<i>Bruguiera</i>	33	0.318182
				40
		<i>Rhizophora</i>	17	3.181818
				550
11		<i>Rhizophora</i>	1	8.590909
				600
				7.636364
				6.045455
			<hr/>	
		<i>Rhizophora</i>	1	7.636364
				600
		<i>Rhizophora</i>	1	11.13636
				600
		<i>Rhizophora</i>	1	12.72727
				600
				14.31818
				6.363636
				8.590909
			<hr/>	
		<i>Rhizophora</i>	1	11.13636
				600
		<i>Rhizophora</i>	137	0.954545
				250
		<i>Rhizophora</i>	359	0.636364
				70
12		<i>Rhizophora</i>	1	5.727273
				500
				7
				3.818182
				5.727273
				4.454545
			<hr/>	
		<i>Rhizophora</i>	1	3.818182
				500
				4.772727
			<hr/>	
		<i>Rhizophora</i>	1	5.727273
				500
		<i>Rhizophora</i>	1	4.454545
				500
		<i>Rhizophora</i>	4	0.636364
				200
		<i>Rhizophora</i>	68	0.795455
				60
13		<i>Rhizophora</i>	1	4.136364
				250
				4.454545
			<hr/>	
		<i>Rhizophora</i>	1	4.772727
				350
		<i>Rhizophora</i>	1	5.727273
				400
		<i>Rhizophora</i>	1	6.045455
				400
			<hr/>	

Titik	Jenis Mangrove	Jumlah Pohon	Diameter (cm)	Tinggi (cm)
	<i>Rhizophora</i>	1	7	450
	<i>Rhizophora</i>	1	4.772727	400
	<i>Rhizophora</i>	1	5.727273	350
	<i>Rhizophora</i>	1	4.772727	400
	<i>Rhizophora</i>	1	3.818182	350
	<i>Rhizophora</i>	98	0.636364	50

LAMPIRAN 4

METADATA CITRA YANG DIGUNAKAN

a. Metadata Citra Landsat 8

```
GROUP = LI_METADATA_FILE
GROUP = METADATA_FILE_INFO
  ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"
  REQUEST_ID = "0501502179949_00028"
  LANDSAT_SCENE_ID = "LC81170662015048LGN00"
  FILE_DATE = 2015-02-17T07:00:32Z
  STATION_ID = "LGN"
  PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_2.4.0"
END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
  DATA_TYPE = "LIT"
  ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
  OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
  SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
  SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
  WRS_PATH = 117
  WRS_ROW = 66
  NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
  TARGET_WRS_PATH = 117
  TARGET_WRS_ROW = 66
  DATE_ACQUIRED = 2015-02-17
  SCENE_CENTER_TIME = 02:29:47.7088068Z
  CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -7.62443
  CORNER_UL_LON_PRODUCT = 113.33146
  CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -7.63700
  CORNER_UR_LON_PRODUCT = 115.38816
  CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -9.71767
  CORNER_LL_LON_PRODUCT = 113.31107
  CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -9.73375
  CORNER_LR_LON_PRODUCT = 115.37918
  CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT = 95100.000
  CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -844500.000
  CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT = 322200.000
  CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -844500.000
  CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT = 95100.000
  CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -1076400.000
  CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT = 322200.000
  CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -1076400.000
  PANCHROMATIC_LINES = 15461
  PANCHROMATIC_SAMPLES = 15141
  REFLECTIVE_LINES = 7731
  REFLECTIVE_SAMPLES = 7571
  THERMAL_LINES = 7731
```

THERMAL_SAMPLES = 7571
FILE_NAME_BAND_1 = "LC81170662015048LGN00_B1.TIF"
FILE_NAME_BAND_2 = "LC81170662015048LGN00_B2.TIF"
FILE_NAME_BAND_3 = "LC81170662015048LGN00_B3.TIF"
FILE_NAME_BAND_4 = "LC81170662015048LGN00_B4.TIF"
FILE_NAME_BAND_5 = "LC81170662015048LGN00_B5.TIF"
FILE_NAME_BAND_6 = "LC81170662015048LGN00_B6.TIF"
FILE_NAME_BAND_7 = "LC81170662015048LGN00_B7.TIF"
FILE_NAME_BAND_8 = "LC81170662015048LGN00_B8.TIF"
FILE_NAME_BAND_9 = "LC81170662015048LGN00_B9.TIF"
FILE_NAME_BAND_10 = "LC81170662015048LGN00_B10.TIF"
FILE_NAME_BAND_11 = "LC81170662015048LGN00_B11.TIF"
FILE_NAME_BAND_QUALITY = "LC81170662015048LGN00_BQA.TIF"
METADATA_FILE_NAME = "LC81170662015048LGN00_MTL.txt"
BPF_NAME_OLI = "LO8BPF20150217020630_20150217025241.01"
BPF_NAME_TIRS = "LT8BPF20150201000000_20150228235959.02"
CPF_NAME = "L8CPF20150101_20150331.02"
RLUT_FILE_NAME = "L8RLUT20130211_20431231v09.h5"
END_GROUP = PRODUCT_METADATA
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
CLOUD_COVER = 22.50
IMAGE_QUALITY_OLI = 9
IMAGE_QUALITY_TIRS = 9
ROLL_ANGLE = -0.001
SUN_AZIMUTH = 99.19503699
SUN_ELEVATION = 58.63678476
EARTH_SUN_DISTANCE = 0.9880530
GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 2
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 49
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 12.807
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 9.546
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 8.537
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 778.55426
RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -64.29327
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 797.24908
RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -65.83709
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 734.65820
RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -60.66832
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 619.50519
RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -51.15894
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 379.10629
RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -31.30672
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 94.28028
RADIANCE_MINIMUM_BAND_6 = -7.78570
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 31.77750
RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -2.62420
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 701.10938

RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -57.89784
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 148.16333
RADIANCE_MINIMUM_BAND_9 = -12.23538
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_MINIMUM_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_11 = 0.10000
RADIANCE_MINIMUM_BAND_11 = 0.10000
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_6 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_9 = -0.099980
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1

QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2861E-02
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.3170E-02
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.2136E-02
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 1.0234E-02
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 6.2626E-03
RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.5575E-03
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 5.2494E-04
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.1582E-02
RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.4476E-03
RADIANCE_MULT_BAND_10 = 0.0000E+00
RADIANCE_MULT_BAND_11 = 0.0000E+00
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -64.30613
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -65.85026
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -60.68045
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -51.16917
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -31.31298
RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.78725
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.62472
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -57.90942
RADIANCE_ADD_BAND_9 = -12.23782
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.89
K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.89
K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.08

```

K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.14
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 50
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH_UP"
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END

```

b. Metadata Citra ALOS AVNIR-2

- **Tahun 2011**

```

Odi_ProductManagementNo="WO201501090000083"
Odi_ProductManagementBranchNo="00000058844"
Scs_SceneID="ALAV2A275553770"
Scs_SceneShift="0"
Pds_ProductID="O1B2R_U"
Pds_ResamplingMethod="CC"
Pds_UTM_ZoneNo="50"
Pds_PixelSpacing="10"
Pds_OrbitDataPrecision="Precision"
Pds_AttitudeDataPrecision="OnSitePrecision"
Img_ImageSceneCenterLatitude="-8.467"
Img_ImageSceneCenterLongitude="114.626"
Img_ImageSceneLeftTopLatitude="-8.091"
Img_ImageSceneLeftTopLongitude="114.376"
Img_ImageSceneRightTopLatitude="-8.225"
Img_ImageSceneRightTopLongitude="115.009"
Img_ImageSceneLeftBottomLatitude="-8.709"
Img_ImageSceneLeftBottomLongitude="114.243"
Img_ImageSceneRightBottomLatitude="-8.844"
Img_ImageSceneRightBottomLongitude="114.878"
Img_SunAngleElevation="61.61"
Img_SunAngleAzimuth="67.68"

```

Img_PointingAngle="0.000"
Img_SceneCenterAngle="L0.1"
Img_SceneCenterOrientation="12.0"
Img_GainModeBand1="2"
Img_GainModeBand2="2"
Img_GainModeBand3="2"
Img_GainModeBand4="4"
Img_ExposureOfBand1="0.5946"
Img_ExposureOfBand2="0.5541"
Img_ExposureOfBand3="0.4730"
Img_ExposureOfBand4="0.6689"
Img_SaturationLevelOfBand1="9.24"
Img_SaturationLevelOfBand2="8.24"
Img_SaturationLevelOfBand3="7.84"
Img_SaturationLevelOfBand4="0.25"
Img_CloudQuantityOfAllImage="2"
Pdi_ProductDataSize="193.5"
Pdi_CntOfL1ProductFileName="8"
Pdi_L1ProductFileName01="VOL-ALAV2A275553770-
O1B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName02="LED-ALAV2A275553770-
O1B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName03="IMG-01-
ALAV2A275553770-O1B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName04="IMG-02-
ALAV2A275553770-O1B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName05="IMG-03-
ALAV2A275553770-O1B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName06="IMG-04-
ALAV2A275553770-O1B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName07="TRL-ALAV2A275553770-
O1B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName08="ALAV2A275553770_O1B
2R_U.kml"
Pdi_BitPixel="8"

Pdi_NoOfPixels="7143"
Pdi_NoOfLines="7000"
Pdi_ProductFormat="CEOS"
Pdi_CntOfLineProcessedImageName="4"
Pdi_LineProcessedImageName1="m_ccdimg1.raw"
Pdi_LineProcessedImageName2="m_ccdimg2.raw"
Pdi_LineProcessedImageName3="m_ccdimg3.raw"
Pdi_LineProcessedImageName4="m_ccdimg4.raw"
Ach_TimeCheck="OK"
Ach_TemperatureCheck="OK"
Ach_PrecisionOrbitCheck="OK"
Ach_PrecisionAttitudeCheck="OK"
Ach_GainMode="OK"
Ach_Exposure="OK"
Ach_Pointing="OK"
Ach_LossLines="OK"
Ach_IDCP_StopSignal="NG"
Ach_BufferMemory2BitError="OK"
Ach_SaturationLevel="OK"
Ach_AbsoluteNavigationTime="OK"
Ver_OS_VersionInDataProcessingUnit="Red Hat
Enterprise Linux Server release 5.7"
Rad_PracticeResultCode="00"
Rad_ProcessedHostName="al2mip20"
Lbi_Satellite="ALOS"
Lbi_Sensor="AVNIR-2"
Lbi_ProcessLevel="1B2"
Lbi_ProcessFacility="TKSC"
Lbi_ObservationDate="20110328"

- **Tahun 2007**

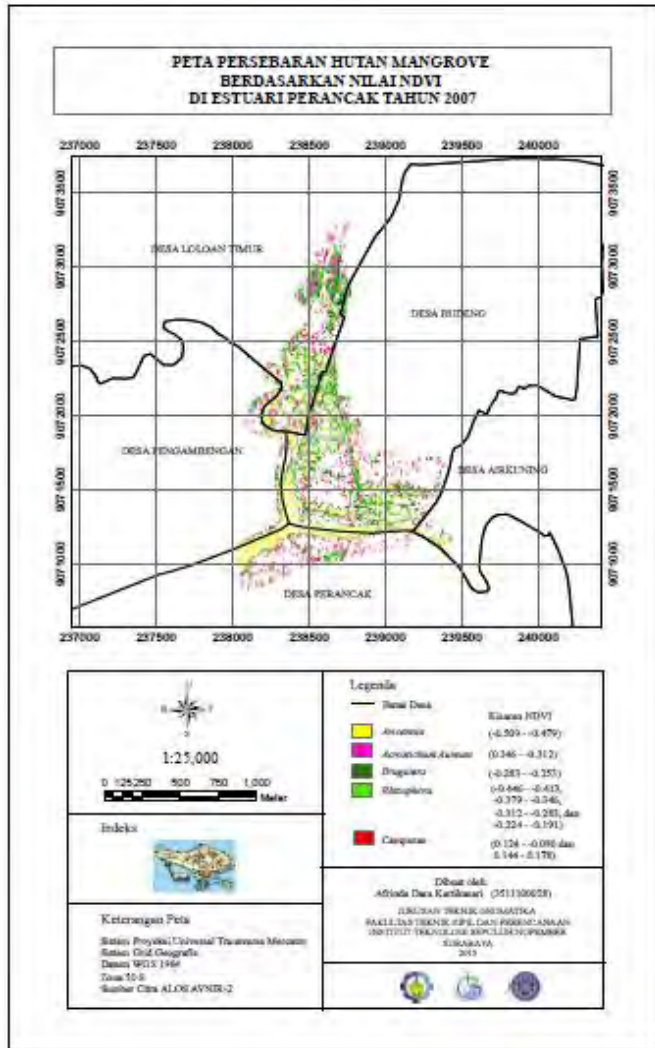
Odi_ProductManagementNo="WO201501090000084"
Odi_ProductManagementBranchNo="00000058845"
Scs_SceneID="ALAV2A067543770"
Scs_SceneShift="0"

Pds_ProductID="O1B2R_U"
Pds_ResamplingMethod="CC"
Pds_UTM_ZoneNo="50"
Pds_PixelSpacing="10"
Pds_OrbitDataPrecision="Precision"
Pds_AttitudeDataPrecision="OnSitePrecision"
Img_ImageSceneCenterLatitude="-8.465"
Img_ImageSceneCenterLongitude="114.626"
Img_ImageSceneLeftTopLatitude="-8.088"
Img_ImageSceneLeftTopLongitude="114.375"
Img_ImageSceneRightTopLatitude="-8.223"
Img_ImageSceneRightTopLongitude="115.009"
Img_ImageSceneLeftBottomLatitude="-8.706"
Img_ImageSceneLeftBottomLongitude="114.242"
Img_ImageSceneRightBottomLatitude="-8.842"
Img_ImageSceneRightBottomLongitude="114.876"
Img_SunAngleElevation="57.12"
Img_SunAngleAzimuth="43.98"
Img_PointingAngle="0.000"
Img_SceneCenterAngle="L0.1"
Img_SceneCenterOrientation="12.1"
Img_GainModeBand1="2"
Img_GainModeBand2="2"
Img_GainModeBand3="2"
Img_GainModeBand4="4"
Img_ExposureOfBand1="0.5946"
Img_ExposureOfBand2="0.5541"
Img_ExposureOfBand3="0.4730"
Img_ExposureOfBand4="0.6689"
Img_SaturationLevelOfBand1="1.82"
Img_SaturationLevelOfBand2="1.64"
Img_SaturationLevelOfBand3="1.54"
Img_SaturationLevelOfBand4="0.02"
Img_CloudQuantityOfAllImage="0"
Pdi_ProductDataSize="193.4"

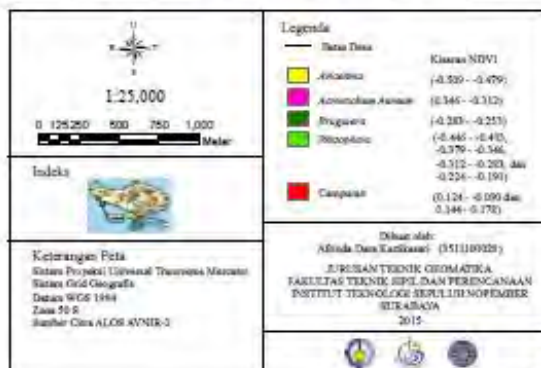
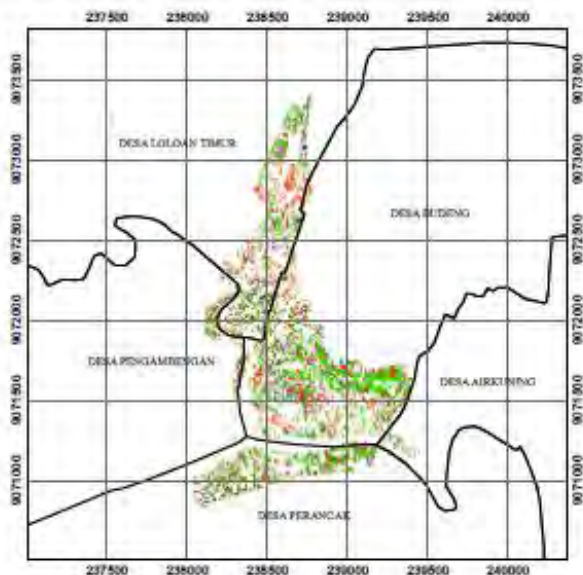
Pdi_CntOfL1ProductFileName="8"
Pdi_L1ProductFileName01="VOL-ALAV2A067543770-
O1B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName02="LED-ALAV2A067543770-
O1B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName03="IMG-01-
ALAV2A067543770-O1B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName04="IMG-02-
ALAV2A067543770-O1B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName05="IMG-03-
ALAV2A067543770-O1B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName06="IMG-04-
ALAV2A067543770-O1B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName07="TRL-ALAV2A067543770-
O1B2R_U"
Pdi_L1ProductFileName08="ALAV2A067543770_O1B
2R_U.kml"
Pdi_BitPixel="8"
Pdi_NoOfPixels="7142"
Pdi_NoOfLines="7000"
Pdi_ProductFormat="CEOS"
Pdi_CntOfLineProcessedImageName="4"
Pdi_LineProcessedImageName1="m_ccdimg1.raw"
Pdi_LineProcessedImageName2="m_ccdimg2.raw"
Pdi_LineProcessedImageName3="m_ccdimg3.raw"
Pdi_LineProcessedImageName4="m_ccdimg4.raw"
Ach_TimeCheck="OK"
Ach_TemperatureCheck="OK"
Ach_PrecisionOrbitCheck="OK"
Ach_PrecisionAttitudeCheck="OK"
Ach_GainMode="OK"
Ach_Exposure="OK"
Ach_Pointing="OK"
Ach_LossLines="OK"
Ach_IDCP_StopSignal="OK"

Ach_BufferMemory2BitError="OK"
Ach_SaturationLevel="OK"
Ach_AbsoluteNavigationTime="OK"
Ver_OS_VersionInDataProcessingUnit="Red Hat
Enterprise Linux Server release 5.7"
Rad_PracticeResultCode="00"
Rad_ProcessedHostName="al2mip20"
Lbi_Satellite="ALOS"
Lbi_Sensor="AVNIR-2"
Lbi_ProcessLevel="1B2"
Lbi_ProcessFacility="TKSC"
Lbi_ObservationDate="20070502"

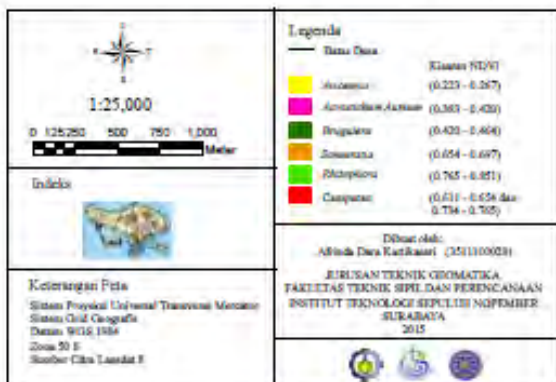
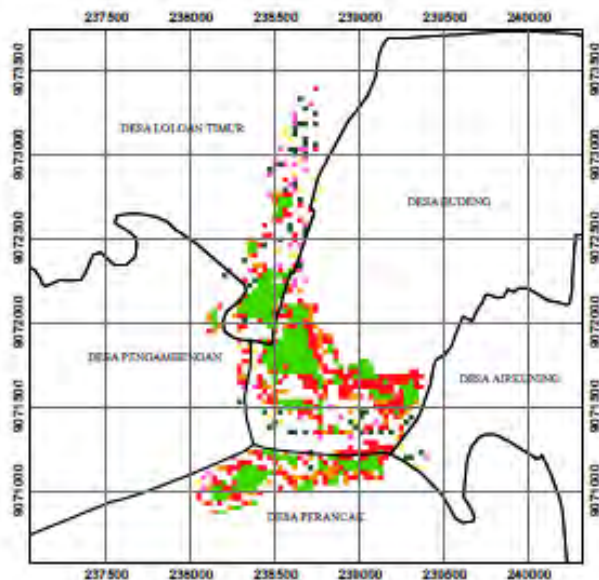
LAMPIRAN 5 **PETA PERSEBARAN HUTAN MANGROVE** **DENGAN ALGORITMA NDVI**



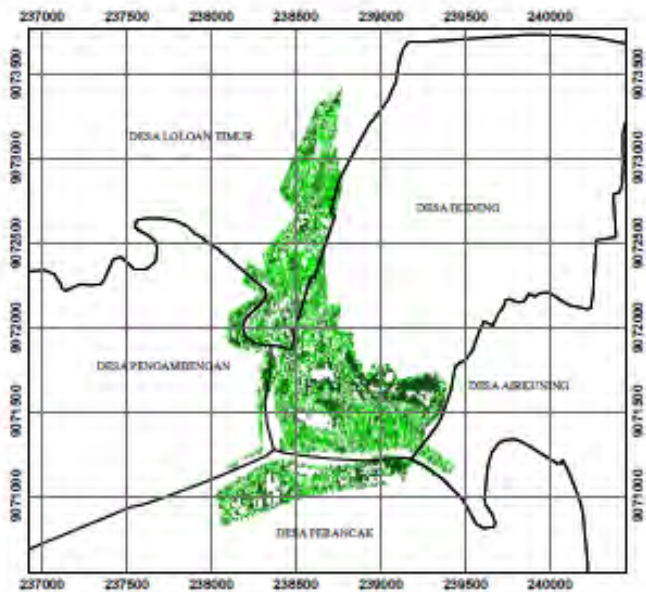
**PETA PERSEBARAN HUTAN MANGROVE
BERDASARKAN NILAI NDVI
DI ESTUARI PERANCAR TAHUN 2011**



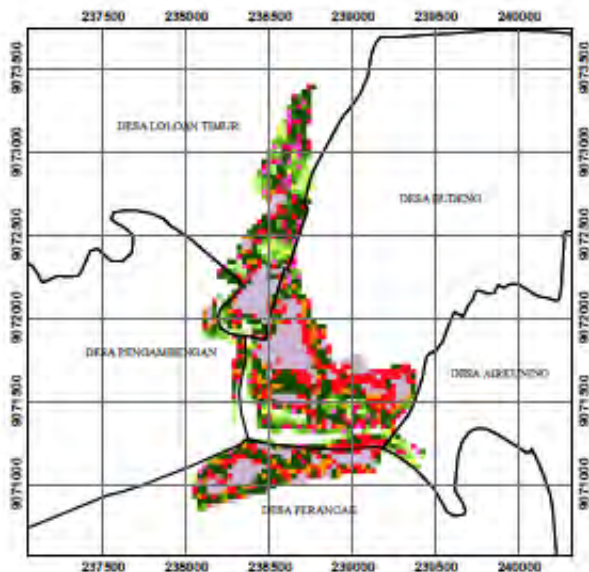
**PETA PERSEBARAN HUTAN MANGROVE
BERDASARKAN NILAI NDVI
DI ESTUARI PERANCAK TAHUN 2015**



**PETA SUKSESI HUTAN MANGROVE ESTUARI PERANCAK
TAHUN 2007 - 2011**



**PETA PERSEBARAN DAN KERAPATAN
HUTAN MANGROVE BERDASARKAN NILAI NDVI
DI ESTUARI PERANCAK TAHUN 2015**



BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Afrinda Dara Kartikasari yang biasa dipanggil Frinda, dilahirkan di Banyuwangi pada tanggal 22 April 1993. Anak pertama dari ketiga bersaudara dari Bapak Suprayetno dan Ibu Ririn Puji Lestari. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 1 Ringintelu (1999-2005), SMPN 1 Bangorejo (2005-2008), kemudian melanjutkan di SMAN 1 Gambiran (2008-2011). Setelah SMA penulis melanjutkan studinya di Institut

Teknologi Sepuluh Nopember dengan beasiswa Bidik Misi dan terdaftar sebagai mahasiswa ITS dengan NRP 3511100028. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di organisasi kemahasiswaan Bidik Misi-ITS sebagai anggota Riset Teknologi 2011/2012 dan menjadi anggota Kesejahteraan Mahasiswa di Departemen Dalam Negeri, BEM FTSP-ITS 2012/2013, Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Teater Tiyang Alit dan Koperasi Mahasiswa di ITS. Selain itu penulis juga aktif mengikuti pelatihan keterampilan manajemen tingkat Pra-Tingkat Dasar FTSP-ITS, Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa Tingkat Dasar HIMAGE ITS, hard skill koperasi mahasiswa ITS, Spatial-Kerohanian JMII-ITS, Pelatihan Karya Tulis Ilmiah HIMAGE ITS, Geomatics Leadership and Organizing Training, dan ESQ 165. Penulis juga telah melaksanakan Kerja Praktik di Badan Penerapan dan Pengkajian Teknologi (BPPT). Untuk menyelesaikan studi S-1, penulis memilih bidang keahlian Geospasial yaitu Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”